64e Année — 1er Trimestre 1958 — N° 1

ANNALES DE GEMBLOUX

ORGANE TRIMESTRIEL

de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux.

(Association sans but lucratif).

SOMMAIRE

Secrétaire de Rédaction:
R. GEORLETTE
207, av. R. Neybergh,
BRUXELLES II



Editeur :
J. DUCULOT
GEMBLOUX

Compte chèques-postaux n° 1660.59 : Association des Ingénieurs de Gembloux, 4, avenue des Narcisses, Uccle 3.

Compte-courant n° 64.431 de l'Association à la Société générale de Belgique, à Bruxelles.

ABONNEMENTS : *Prix nets (+ taxe éventuelle).*

	Parti-culiers	Bibliothèques publiques et librairies
Belgique et Grand-Duché de Luxembourg ..	300 fr. ...	240 fr. ...
Congo belge	325 fr. ...	260 fr. ...
Autres pays	350 fr. ...	280 fr. ...
LE NUMÉRO :		
Belgique et Grand-Duché de Luxembourg ..	80 fr. ...	64 fr. ...
Congo belge	85 fr. ...	68 fr. ...
Autres pays	90 fr. ...	72 fr. ...

Les abonnements sont souscrits auprès du Trésorier de l'A.I.Gx., M. R. Lambion, 4, avenue des Narcisses, Uccle (tél. 74.40.79.)

Les « Annales de Gembloux » acceptent l'échange avec toutes les revues scientifiques traitant des matières agronomiques. Il sera rendu compte de tout ouvrage dont un exemplaire parviendra au Secrétaire de Rédaction.

ANNALES DE GEMBLOUX

64e Année. 1er Trimestre 1958. No 1

Origine, migrations et légendes de quelques plantes cultivées (*)

par

E. Stoffels,
Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux.

Excellences,
Monsieur le Recteur,
Mesdames, Messieurs,

L'origine et l'histoire des plantes, parfois déduites des légendes, semblent s'écarter de l'agriculture, mais toutes les spéculations de l'esprit peuvent cependant être utiles et ne doivent nécessairement pas servir l'immédiat.

L'étude de l'origine des espèces végétales a suscité la curiosité des agronomes et des botanistes. Si au début des recherches, son utilité n'apparaît pas toujours, elle a pourtant contribué à l'amélioration des plantes cultivées. La migration des espèces à travers les continents, leur disparition en certains lieux, leur adaptation à d'autres, servent l'écologie agricole et la phytotechnie, mais l'histoire des plantes est aussi liée à celle des hommes ; tout ce qui vit s'adapte à un milieu pour former un ensemble dont chaque élément subit l'empreinte.

L'homme est apparu à l'époque quaternaire dans un monde inconnu et hostile dont les mystères, les rigueurs et les ressources naturelles lui ont permis de subsister d'abord, de vivre ensuite et, bien plus tard, de conquérir l'humanité.

Il a dû se défendre contre les animaux sauvages, fabriquer des armes de chasse et des outils de pêche, mais avant de tailler le bois et le silex, chercher

(*) Leçon inaugurale faite le 7 octobre 1957 à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux, à l'occasion de la séance d'ouverture de l'année académique 1957-1958.

ses aliments dans la végétation qui l'entourait. Il est aisé de se représenter les difficultés qu'éprouvèrent nos ancêtres pour reconnaître, parmi les nombreuses espèces végétales, celles qui convenaient à leur alimentation et celles qui pouvaient les guérir en cas de maladie ; ils possédaient une intuition pour découvrir les plantes utiles.

Dans les pays froids, l'homme cueille, pour se nourrir, des glands de chêne, des faînes, des noisettes, des fraises des bois. Dans le climat plus doux des pays méditerranéens, des châtaignes, des noix, des amandes et des figues.

Cette époque relève, pour le continent européen, de la préhistoire, mais en Afrique la cueillette était toujours pratiquée il y a vingt-cinq ans et elle l'est encore partiellement par les négrilles ou pygmées.

Les fruits d'*Elaeis*, de dattier, de safoutier sont toujours appréciés et ceux du colatier ont leur légende.

Le kola est à l'Afrique ce que le thé est à l'Asie et le café à l'Europe. Les nombreuses espèces de cette malvale sont disséminées dans les forêts tropicales africaines. La graine, improprement appelée noix de kola, est mâchée par les indigènes et son pouvoir excitant est supérieur à celui du café et du thé. Elle contient une grande quantité de caféine et pourtant son action diffère en plusieurs points de celle de cet alcaloïde. Un des principes actifs de l'amande est le rouge de kola, constitué par des alcaloïdes stimulant le système musculaire, alors que la caféine agit sur le système nerveux. Employée à l'état frais, elle contient, en outre, une huile à propriété fortifiante dont la noix sèche est privée. Elle contient également de la théobromine et du tanin.

Le kola s'adressant au système musculaire, non seulement empêche la fatigue, mais donne une persévérance dans le travail musculaire. Il agit comme un antidéperditeur des forces ; il permet des ascensions et des marches qui s'avéreraient impossibles sans son emploi.

Depuis les temps les plus reculés, les colatiers sont respectés par les indigènes comme des arbres sacrés, et leurs fruits sont considérés comme une manifestation de la puissance et de la philosophie divines. Jadis, seuls les hommes libres pouvaient en faire usage ; ils étaient défendus aux esclaves.

A Rio Muni, en Guinée espagnole, le sacrilège qui abattait un colatier était condamné à mort ... Les vieux chefs nègres racontent que Nzambi, le dieu créateur, revint sur terre à une époque très reculée et s'établit à proximité d'un couple humain qu'il étonna par sa puissance surnaturelle. L'homme et la femme, éblouis par ce pouvoir, remarquèrent que le dieu mâchait sans arrêt. Alors, le Créateur voulut éprouver la tentation du couple. Il déposa près d'un arbre l'amande qu'il avait en bouche et qui provenait d'un fruit de colatier, puis il s'éloigna. La femme, attentive et intriguée, conseilla à son mari de prendre la noix afin d'acquérir la même puissance. L'homme tenté obéit et avala la graine, mais Nzambi le saisit à la gorge pour qu'il la restitue et, sous l'empreinte puissante du doigt du dieu, naquit la pomme d'Adam.

D'après les Mahométans, le Prophète vit le jour sous un kolatier. Il distribuait des noix de kola à ses fidèles et ceux qui les mâchaient étaient assurés de

la béatitude éternelle. Leurs prêtres entretenaient cette légende et vendaient des noix, en défendant de les semer sous menace de mort dans le courant de l'année. Pour cette raison, il n'y a pas de kolatiers dans certaines régions musulmanes de l'Afrique.

Dès la naissance de l'humanité, les régions chaudes furent favorisées par la diversité et la richesse de leur flore. Dans les régions tempérées ne croissaient, comme plantes alimentaires, que le navet, le chou, les lentilles, les groseilliers et certaines espèces de fraisiers.

La disparition des plantes utiles et des animaux autour des centres habités força l'homme à se déplacer, et ainsi apparut l'agriculture nomade.

Les peuples, après des siècles d'errance, tentèrent de s'établir pour faire croître les plantes nécessaires à leur subsistance.

Dans les régions mésothermiques, le premier essai d'agriculture fut entrepris avec des céréales, peut être avec du blé en Mésopotamie ou de l'orge en Arabie Pétrée, peut-être avec du riz en Chine.

Dans les pays froids et tempérés, les thérophytes à utilisation alimentaire sont nombreux et adaptés au milieu. Ces plantes se multiplient par des graines faciles à soustraire au froid. Au contraire, les géophytes utiles sont originaires des pays chauds et il faut croire que dans ces régions, ce sont des plantes à tubercules qui ont été multipliées en premier lieu ; elles poussent facilement et leurs productions sont élevées ; pour ces raisons, les peuples primitifs les cultivent en abondance, mais elles constituent un aliment pauvre, ne contenant pratiquement que de l'amidon. L'igname et le manioc joints aux produits de la chasse ont sauvé le primitif des tropiques de la faim et lui ont permis de subsister.

Partout dans les régions habitées du globe, des nomades ont pratiqué le système de cueillette et cultivé quelques espèces végétales ; toutefois, les premières civilisations sont nées là où l'homme pouvait cultiver la terre et vivre en groupe : en Chine, dans le Sud-Ouest de l'Asie, en liaison avec l'Égypte, et dans l'Amérique intertropicale.

L'ingénieur agronome russe VAVILOV a localisé, avec assez de précision, les principaux centres d'origine des plantes utiles dont de CANDOLLE, le premier, avait désigné la patrie. Il distingue trois centres en Asie, deux en Afrique, un en Amérique et un dans la région méditerranéenne.

En Chine, 2700 ans avant J.-C., l'empereur CHEN-NUNG, avait institué une cérémonie au cours de laquelle, chaque année, on semait du riz, du soja, du blé et deux espèces de millet. Ce pays disposait depuis des milliers d'années d'une agriculture lorsqu'il entra en communication avec l'Asie occidentale au IIe siècle avant l'ère chrétienne qui lui apporta : la fève, le concombre, la luzerne, le sésame, le noyer, le pois, l'épinard, le melon d'eau. La Chine elle-même dispersa un grand nombre de plantes : le riz, le soja, le sarrasin, la ramie, le thé.

Le second centre de diffusion comprend la région qui s'étend du Gange à l'Arménie et au Nil. Les peuples qui l'habitaient aimaient à se déplacer et

emportaient les plantes cultivées. De grands états se sont constitués sur les bords de l'Euphrate et en Égypte où l'agriculture est plus ancienne que les premières dynasties.

La découverte de l'Amérique a permis un échange considérable de plantes cultivées nouvelles entre les deux continents. Le maïs, l'agave, la pomme de terre, la tomate, le tabac, l'arachide, le manioc, l'hévéa, le cacaoyer, le goyavier, le papayer, l'avocatier et bien d'autres sont d'origine américaine. L'Afrique a donné le palmier à huile, le sorgho, le café, les melons, les pelargonium, les sansevières.

Les migrations des plantes de grande culture sont l'œuvre de l'homme ; peu de plantes cultivées ont été déplacées au gré du hasard, pourtant certains végétaux n'ont point attendu l'intervention humaine pour réaliser les plus lointains voyages et atteindre de nouveaux territoires.

Le vent est l'agent naturel qui a disséminé le plus de plantes, telles : l'oseille, l'orme, l'érable, le tilleul, le pissenlit. Les graines légères des orchidées ont été transportées sur des centaines de kilomètres pour échouer aux Galapagos, aux Sandwich et aux Açores.

La légèreté des spores permet aux cryptogames de se répandre avec facilité à la surface de la terre et c'est ainsi que les mousses et les fougères peuplent les îles nouvelles et colonisent les laves éruptives récentes.

Des explorations de l'air entre 500 et 2.500 m d'altitude ont permis de déceler des débris de graminées, des poils staminaux de graines de peuplier et même un épi d'ivraie.

Certains fruits lourds sont portés par les voies navigables ; ils ont un épiderme imperméable et un mésocarpe fibreux.

Les grands fleuves transportent des radeaux de terre et de plantes arrachés aux rives, telles les îles flottantes de l'Amazonie, les « Sudds » du Nil.

En 1695, SLOANE signale des graines de haricot rejetées par les courants maritimes sur les côtes d'Écosse et d'Irlande et LINNE récolte des graines de Cassia, d'Anacardium, de Mimosa et des noix de coco dans les fjords de Norvège.

Les courants de l'Océan Indien ont dispersé un grand nombre de plantes : l'un d'eux part de la Malaisie, frôle le Nord de l'Australie et, via la Polynésie, atteint les côtes Ouest de l'Amérique du Sud. C'est à lui que se rattache le problème de l'origine du cocotier, le plus beau des palmiers, dont l'habitus élégant orne les rivages des mers chaudes.

Les noix de coco flottent dans l'eau des mers et vont très loin, au gré des courants.

Le cocotier croissait en Amérique avant sa découverte par COLOMB. Venait-il de la Polynésie ou bien, parti de l'Amérique, avait-il atteint l'Asie grâce aux escales des îles nombreuses du Pacifique ?

De CANDOLLE admet que la patrie du cocotier se trouve dans les îles de la Sonde où existent de nombreuses variétés dont les fruits sont utilisés de diverses façons par les autochtones. L'espèce est moins répandue en Amérique qu'en Asie et même rare à la côte Ouest américaine.

Preuse est partisan de l'origine asiatique et avance l'argument suivant en faveur de sa thèse. Le crabe *Birgus latra* Herbst habite les côtes des Océans Indien et Pacifique ; à l'aide de ses mandibules puissantes, il coupe des bambous et perfore les noix tombées ; toutefois si elles sont mûres, il ne parvient pas à percer l'endocarpe. Il monte alors sur les cocotiers, détache les fruits verts, redescend et ouvre les enveloppes encore tendres pour se nourrir de l'amande. D'innombrables années ont été nécessaires pour susciter ce comportement et le *Birgus latra* ne se rencontre ni en Afrique, ni en Amérique.

Un autre courant de l'Océan indien se dirige vers l'Est, via les Laquedives et les Mascareignes pour arriver à la côte Est de l'Afrique ; il y amena l'*Imperata cylindrica*, une plante très nuisible aux cultures des pays chauds, des bambous et, probablement, la canne à sucre.

Le grand fromager, *Bombax ceiba*, est sans doute d'origine américaine. Les Noirs de l'Afrique le considèrent comme arbre sacré. Comment est-il venu du nouveau monde ? Les graines de *Ceiba* sont enfouies dans des poils légers et ont été vraisemblablement transportées par les courants marins.

Alexandre de Humboldt signale que deux cadavres d'une race d'hommes inconnue furent jetés, vers la fin du XVe siècle, sur les côtes des îles Açores ; vers la même époque, Pierre Correa, Gouverneur de Porto-Santo et beau-frère de Christophe Colomb, ramassa, sur une plage de cette île, des morceaux de bambous que les courants d'Ouest avaient amenés. Le navigateur génois supposa que ces épaves venaient d'un continent situé vers l'Ouest et les débris charriés par le Gulf Stream firent entrevoir l'existence de l'Amérique.

Les animaux contribuent également au transport et, en premier lieu, les moutons, par leur laine. Miss I. M. Hayward donne une liste des plantes étrangères croissant autour des laveries de laine de Galashiels ; on y trouve des représentants de la flore de toutes les parties du monde.

Les oiseaux peuvent emporter des graines dans la boue collée à leurs pattes, ou bien les consommer ; aussi les granivores éparpillent-ils à grande distance les semences dont ils se nourrissent. Un pourcentage élevé des graines ingérées peut encore germer et certaines espèces se développent plus facilement grâce aux substances azotées qu'elles puisent dans la fiente.

Rumphius signale les semis de noix de muscade effectués par des pigeons sauvages dans les îles des Indes Orientales. Ce furent les tourterelles qui lancèrent la culture de l'oranger à la Jamaïque et même à Porto-Rico, en rejetant les pépins des agrumes dont elles sont friandes.

Les mammifères sont aussi des transporteurs de végétaux ; sur les bouses d'éléphant, on voit pousser des tamariniers, des roniers et des borassus ; le tigre aime les mangues et l'ours, les myrtilles.

L'homme dissémine les végétaux volontairement ou à son insu, car certains ont été introduits en même temps que des plantes cultivées ; les commensales du blé, par exemple, sont toutes originaires d'Orient comme le blé qui a sa patrie d'origine en Galilée.

Le *Galinsoga parviflora,* cette nitrophile bienfaisante des plantations de caféiers d'Arabie, est originaire du Pérou ; elle existe aussi en Bolivie, au Chili, au Brésil, en Argentine, etc ... En Allemagne, on la signale dès 1800 ; de là elle se répand en Pologne et en Russie ; en 1850, on la trouve en Autriche, puis en Suisse, en Italie, en Hollande en 1862, en Belgique en 1887, en Angleterre en 1867, au Danemark et en Norvège en 1906 et en 1910 en France ; c'est une plante ubiquiste typique.

Les migrations spontanées ont apporté peu d'espèces nouvelles et utiles à l'agriculture, la contribution des migrations dirigées est bien plus importante et l'histoire des hommes qui ont réalisé des transports de plantes à travers le monde est pleine d'aventures passionnantes et parfois dramatiques.

Certains pays eurent recours à des moyens violents pour se réserver l'exclusivité d'un produit végétal : la guerre des épices en est un exemple. Les Hollandais chassèrent les Espagnols et les Portugais des Indes Orientales pour acquérir le commerce des épices qui constituaient à cette époque, non seulement un condiment mais aussi un moyen de conservation des viandes. La Compagnie des Indes détruisit tous les arbres d'épices, sauf dans quelques îles faciles à surveiller. C'est ainsi que la cannelle se cultivait à Ceylan, la muscade aux Iles Banda et la girofle à Amboine.

Le Français Pierre Poivre mit fin à ce monopole célèbre. En 1745, il parvint, après de multiples péripéties, à rapporter de Batavia à l'Ile de France cinq plants de muscadier et de nombreuses noix propres à la germination, mais il ne put se procurer des girofliers.

Devenu gouverneur de l'Ile de France, il organisa un relais botanique avec le concours de Commerson et c'est alors qu'il reprit son projet de dérober la girofle aux Hollandais. Il confia une expédition à Prevost, ancien agent de la Compagnie des Indes, qui partit en mai 1769 sur la corvette « Le Vigilant » accompagnée du bateau « L'Étoile du Matin ». L'expédition arriva à l'île de Miao, alors que les Hollandais venaient d'y détruire tous les plants d'épices. Les deux bateaux durent se séparer. Le « Vigilant » devant se rendre à Timor pour chercher des vivres, l'« Étoile du Matin » commandé par Etcheverry continua, d'île en île, sa chasse aux épices à partir de mai 1770. C'est à Patany qu'il reçut une quantité de noix de muscade ainsi que des précieux girofliers.

A peine le bateau faisait-il voile vers l'Ile de France qu'il rencontra des vaisseaux hollandais qui l'attaquèrent. Grâce à son habileté, Etcheverry réussit à s'en débarrasser et arriva à l'Ile de France le 24 juin 1770, d'où muscadiers et girofliers passèrent à la Réunion et à la Guyane.

La répartition des principales céréales dans le monde est d'une ordonnance heureuse : l'Asie, berceau de l'humanité, est la patrie du froment, de l'orge, de l'avoine, du seigle et du riz ; l'Afrique celle du sorgho et du millet à chandelles ; en Amérique apparut le maïs, une des plantes les plus utiles du monde végétal. Il tient un rôle principal dans le domaine de la botanique. La structure

des racines, de la tige, des feuilles, des fleurs et des fruits sert d'exemple dans tous les traités. C'est la plante typique pour l'étude de la nutrition minérale des angiospermes ; elle a servi l'embryologie et la génétique. Dans l'économie mondiale, elle figure aux premières places avec une production de 158.000.000 de tonnes, représentant une valeur de 440 milliards de fr.

La culture du maïs en Amérique remonte à la plus haute antiquité, mais la plante ne se retrouve plus à l'état spontané et, sans les soins des sélectionneurs, elle aurait disparu du globe.

C'est la seule graminée à inflorescences mâles et femelles séparées sur le même pied. La pollinisation est anémophile et peut avoir lieu entre fleurs de la même plante ou de plantes voisines. Dans le premier cas, il ne s'agit pas réellement d'autogamie, possible chez les fleurs hermaphrodites, mais de geitonogamie et dans la seconde éventualité, d'exogamie isomorphe.

Ces fécondations plus ou moins incestueuses conduisent à la dégénérescence ; la plante produit moins et sa descendance faiblit de génération en génération ; les individus sont moins hauts, les entre-nœuds plus longs et la résistance aux maladies et au milieu diminue. De semblables plantes ne sont plus en mesure de lutter pour leur espace vital. La survivance du maïs est assurée par des croisements effectués entre variétés ou types différents, ce qui nécessite le renouvellement des semences après deux ou trois générations. Ce remplacement des graines présente, dans les pays sous-développés, de sérieuses difficultés.

L'origine du maïs, malgré la disparition de ses formes ancestrales, a été établie par des découvertes archéologiques, ethnologiques, philologiques et historiques. Les études génétiques ont permis de tracer sa phylogénie. La plante des Incas a servi les disciplines les plus diverses et montre l'interdépendance des sciences.

Des graines de maïs furent trouvées dans des grottes et des sépultures de tribus indiennes disparues d'Amérique centrale, du Nord et du Sud, et surtout dans les tombeaux incas du Pérou.

Des dessins de maïs ornent les monolithes et les monuments des Mayas d'Amérique Centrale. Les installations hydrauliques des Incas servaient principalement à la culture du maïs. Au musée de Cuzco, un cachet en or et argent représente un épi de maïs et des plantes en grandeur naturelle ont été sculptées dans ces métaux précieux.

D'après de CANDOLLE, ce sont les Chibchas des hauts plateaux de Bogota qui ont cultivé les premiers le maïs ; les Ketschuas de l'Équateur auraient suivi leur exemple. Plus tard, lors de leur retraite vers le Pérou, où ils établirent la civilisation des Incas, ils y apportèrent le maïs. Au Nord, ce sont les Mayas de l'Amérique Centrale qui reçoivent le maïs des Chibchas et le lèguent aux Nahuas de Mexico.

Les successeurs des Nahuas au Mexique furent les Toltèques et plus tard les Aztèques. Toutes les tribus indiennes, des Incas du Pérou à ceux du Missis-sipi, connaissent le maïs, le manioc, la patate douce, l'igname, les haricots,

les concombres et le tabac. Les Incas consommaient, en plus, la pomme de terre et les habitants du Mexique, le cacao.

Le maïs joue un rôle principal dans les légendes indiennes.

Les Mayas racontent que Dieu voulut créer l'homme à l'aide de terre rouge et de bois ; toutefois, ces matériaux ne convenant pas, il réussit son œuvre en utilisant une pâte de farine de maïs qu'il transforma en chair et en sang.

Pendant le déluge, légende connue des Guaranis de l'Équateur, deux frères se réfugièrent au sommet d'une montagne ; après le retrait des eaux, ils descendirent dans la vallée pour chercher de la nourriture. Deux perroquets vinrent à eux avec des gâteaux de maïs. Un des perroquets fut apprivoisé et se transforma en une femme d'une grande beauté qui devint l'Eve de la race Guaranie. Elle donna des semences de maïs aux deux frères et leur apprit à le cultiver.

Les Indiens du Nord racontent que le Grand Esprit vint sur terre et s'endormit au bout de quelques jours ; lorsqu'il se réveilla, il traversa les champs et les plantes utiles poussèrent partout autour de lui : à gauche et à droite des haricots et des courges, sous ses pas du maïs et, à l'endroit où il dormit, du tabac.

A Cuzco, la ville sainte des Incas, les vierges du soleil préparaient avec du maïs le pain du sacrifice qu'elles teignaient du sang des victimes.

Pour la plupart des tribus, le dieu du maïs est une femme qui veille à la nourriture des hommes ; elle dépend des dieux du soleil et de la pluie, dont il faut apaiser la colère par des offrandes et des sacrifices humains.

La plante de maïs, ses organes et leurs usages portent chacun un nom dans les anciennes langues indiennes, alors qu'ils sont inconnus dans le sanscrit et ne figurent pas dans les hiéroglyphes égyptiens.

Les Indiens Caraïbes appelaient le maïs « Mahiz » ; cette appellation fut reprise par les Espagnols et devint « maïs » ; les Aztèques le nommaient « Cintli », du nom de leur dieu « Cinteutl ».

Linne a appelé le maïs *Zea mays*. Le genre *Zea* dérive du nom grec Zoein qui signifie « la vie » et l'espèce se rapporte au mot caraïbe « Mahiz ».

A l'époque de la découverte de l'Amérique, le maïs était cultivé du Chili au Canada. Christophe Colomb l'aurait rapporté en Espagne. Vers 1560, il est introduit dans la presqu'île italienne de Rovigo et se répand dans les États Vénitiens et en Lombardie. En 1571, il est cultivé dans toute l'Italie, où les paysans préparaient déjà la polenta !

Vers la fin du XVIe siècle, il arrive en France et on commence à le cultiver dans le Maine vers 1736. L'Angleterre l'adopte dès 1562.

La Syrie et l'Autriche reçurent le maïs par la Hongrie et la Croatie. En 1733, le commerce du maïs était si répandu que Charles VI se vit forcé, pour empêcher les disputes, de créer une loi sur la dîme du maïs.

Les Portugais le portèrent de très bonne heure sur la côte occidentale d'Afrique et jusqu'aux Indes.

Par l'Italie, il gagna la Grèce et l'Orient où il reçut le nom de « blé de Turquie », argument sur lequel se baseront plus tard des botanistes pour lui supposer une origine asiatique.

Le maïs avait-il, par une autre voie, gagné Java et la Chine où il figure dans un dessin chinois peu après la découverte de l'Amérique ? Par le Pacifique Nord et les îles du Sud, les deux continents paraissent avoir eu d'indiscutables contacts, comme le montrent les analogies nombreuses entre l'art précolombien et l'art chinois.

Abordons à présent la phylogénie du maïs qui a pu être établie malgré la disparition des formes spontanées.

Au point de vue botanique, le maïs est une graminée appartenant à la tribu des *Maydeae*, plus récemment appelée tribu des *Tripsaceae*. Celle-ci comprend 8 genres dont trois américains : *Zea*, *Tripsacum* et *Euchlaena*, qui sont des formes apparentées.

Le genre *Zea* ne compte qu'une espèce : le *Zea maïs*. Le genre *Tripsacum* groupe des plantes sauvages ; les espèces sont mal définies et perennes. Le nombre de chromosomes est différent dans les deux genres : il y en a 18 ou 36 chez *Tripsacum* et 10 chez *Zea*. Leur croisement expérimental a donné naissance à des hybrides.

Le genre *Euchlaena* ou le Teosinte comprend deux espèces : *Euchlaena mexicana* qui est annuel et *E. perennis*. Cette dernière espèce est très localisée au Mexique et paraît être une forme tétraploïde : pour ces deux raisons, on considère son développement comme assez récent. *E. mexicana* est la commensale du maïs cultivé en Amérique avec lequel des hybrides fertiles peuvent être obtenus.

Le nombre chromosomique des deux genres est le même ($n = 10$) ; l'architecture de la chromatine et du plasma germinatif est presque identique.

Les données botaniques ont conduit à de nombreuses interprétations et controverses au point de vue de la phylogénie du maïs. MANGELSDORF et REEVES groupent les différentes hypothèses en trois théories générales.

La première considère le maïs issu du « pod corn » ou *Zea tunica*, forme de grain vêtu qui diffère des types à grains nus par la présence d'un gène dominant qui commande le développement d'un rachis fragile et la formation de glumes enfermant chaque grain.

La deuxième voit dans le maïs une forme issue de l'*Euchlaena* par sélection directe ou par mutation ou par hybridation avec une graminée inconnue actuellement disparue.

La troisième admet que *Zea*, *Euchlaena* et *Tripsacum* sont issus d'un ancêtre commun inconnu et que les trois genres ont évolué indépendamment.

Les auteurs précités ont entrepris des recherches morphologiques, cytologiques et génétiques sur les trois genres en cause. Ils ont groupé toutes les données connues pour élaborer une théorie qui contient une certaine part d'hypothèses.

Ils admettent un ancêtre commun inconnu aux genres *Zea* et *Tripsacum*. Aux temps géologiques, les deux genres se séparèrent. Le « pod corn » resta localisé en Amérique du Sud, tandis que le *Tripsacum* se répandait vers l'Amérique

centrale. Le « pod corn » fut domestiqué et, par mutation, donna le maïs à grain nu d'où sont issues certaines variétés, telles les « Flint Corn » des Andes.

A un moment donné, les deux genres se rencontrèrent en Amérique centrale et il y eut hybridation suivie de back crossing de l'hybride avec *Zea* ; de là naquit le genre intermédiaire *Euchlaena.*

L'hybridation répétée de *Zea* avec le nouveau genre *Euchlaena* donna naissance à de nouveaux types de maïs, tel le « Dent Corn » du maïs Belt.

Les deux genres *Zea* et *Tripsacum* ont évolué d'une façon parallèle en ce qui concerne le monocéisme, la tendance à la séparation des sexes, la concentration des fleurs staminées dans les inflorescences terminales et des fleurs pistilées dans les inflorescences latérales, mais là s'arrête la similitude, car *Zea* devient une espèce unique et annuelle, à nombre de chromosomes faible, à reproduction uniquement sexuée, tandis que le *Tripsacum* évolue vers un genre plus spécifié, à nombre de chromosomes plus élevé, à cycle pérenne, accumulant beaucoup d'énergie dans ses racines.

L'aire de dispersion du maïs se restreignit dans sa zone d'origine pour se limiter aux gîtes favorables des forêts tropicales et il était probablement en voie de complète extinction quand l'homme apparut. Au contraire, le *Tripsacum* continua à se répandre dans les régions occupées auparavant par les glaciers continentaux.

Telle était la situation lors des migrations asiatiques vers l'Amérique. L'homme néolithique du N. E. de l'Asie, poussé par les nécessités de sa subsistance, commença sa longue randonnée vers le Sud en traversant le Détroit de Bering. La progression se fit au hasard des nécessités de sa vie nomade de pêcheur et de chasseur et il laissa derrière lui le témoignage matériel de son habileté sous forme de reliques qui ont été retrouvées dans le S. O. des États-Unis.

L'agriculture n'existait pas encore dans le vieux monde et l'homme asiatique n'apporta avec lui aucune tradition agricole, ni aucune plante de culture. Dans l'Amérique du Nord, le gibier et le poisson étaient nombreux et il n'y avait pas de motif de susciter une agriculture, mais quand l'homme atteignit les plaines de l'Amérique du Sud, il se trouva dans un milieu qui nécessitait un nouveau mode de vie. Il rencontra peu d'animaux sauvages mais put récolter en abondance des plantes alimentaires de valeur : manioc, patate douce, maïs et d'autres. Par la force des choses, il commença à s'intéresser aux plantes susceptibles de le nourrir et les premiers essais de culture eurent sans doute pour objet des plantes à racines. Le maïs entra plus tard dans le complexe agricole. Il fut d'abord une ressource alimentaire secondaire à cause de ses grains petits, durs et enfermés dans des glumes protectrices. La valeur du « pod corn » sauvage ne fut reconnue qu'au moment où le grain, sous l'influence accidentelle de la chaleur, sortit de son enveloppe et l'endosperme dur se transforma en un produit masticable. L'agriculture évolua peu dans les plaines de l'Amérique du Sud et n'eut aucune influence décisive sur le développement de la race.

Certains indigènes, plus entreprenants, se dirigèrent vers les vallées des Andes où le sol alluvionnaire et fertile est débarrassé de la végétation forestière. Dans ce milieu propice, à climat agréable, le système incomplet d'agriculture évolua vers un système complet ; le nomade devint un sédentaire et les cultures, suffisantes pour nourrir les hommes et les animaux.

L'Indien, libéré de l'obsession du repas, put disposer de loisirs et s'initier à la fabrication des poteries, au tissage, au travail du bois et des os. Dans ces conditions favorables des vallées des Andes, prit naissance et se développa la civilisation des Incas, la plus belle et la plus avancée des anciennes civilisations de l'Amérique. Le maïs à grain vêtu était devenu la plante cultivée la plus importante et lorsque, par mutation, apparut les types à graines nues, il devint plus productif et plus utile encore ; mais ces formes, plus facilement utilisables par l'homme, étaient plus exposées aux déprédateurs. Aussi par la sélection naturelle et par celle empirique des Incas, l'espèce évolua vers les types se protégeant, soit par le raccourcissement des axes latéraux, soit par la présence d'une grande spathe entourant tout l'épi, soit par les deux caractères cumulés et, ainsi, on obtint progressivement des variétés semblables à celles cultivées aujourd'hui.

Il n'est guère possible de situer le moment où la mutation se produisit. Se fit-elle dans les pays de plaine ou, plus, tard dans les Andes ? En tout cas, nous pouvons être certains que la forme à grains vêtus survécut pendant une longue période parmi les variétés domestiquées. Finalement, elle fut pratiquement éliminée des populations de maïs, si bien qu'aujourd'hui, on la rencontre rarement dans la région des Andes où les indigènes n'ont même plus de nom pour la désigner.

Cette recherche ingénieuse des origines du maïs comprend beaucoup de théories et d'hypothèses fragiles, mais si le mystère subsiste, il est probable qu'il sera éclairé un jour par la révélation de nouveaux documents. Les relations qui unissant les membres de la tribu des Maydées sont actuellement mieux connues grâce aux travaux récents qui concernent le nombre, la structure des chromosomes et les processus méiotiques dans les genres *Zea*, *Euchlaena* et *Tripsacum*.

L'histoire de nos populations africaines, leur existence primitive et douloureuse est liée à celle du palmier à huile. Au XVI[e] siècle, commence la traite des Noirs vers les possessions espagnoles et portugaises d'Amérique. L'esclavage sévit pendant trois siècles et enlève à l'Afrique trente-deux millions d'âmes. Le nouveau monde s'est élevé en vidant le continent noir de ses populations. Il l'avait mis dans un état pitoyable. Les marchands abordaient les côtes africaines pour y acheter des esclaves aux chefs et aux guerriers, qui vendaient leurs prisonniers. Vers 1840, 150.000 Noirs arrivaient encore chaque année en Amérique et, lorsque la traite fut interdite, les prisonniers au lieu d'être vendus étaient exécutés ; mais lorsque vers 1900, débuta l'exportation

de l'huile de palme, ils furent employés à la récolte des fruits du palmier et obtinrent ainsi la vie sauve.

Des graines d'*Elaeis guineensis* furent emportées en Amérique du Sud au cours des transports maritimes. La plante s'y développa à côté de l'espèce autochtone, *Elaeis melanocarpa*.

Le palmier *Elaeis* occupe, depuis toujours, la première place dans la vie et l'économie des pays qui s'étendent le long du Golfe de Guinée jusqu'en Angola et englobe la forêt guinéenne où il est spontané dans les galeries forestières. Il fut tout d'abord un produit de cueillette.

Vers 1848 arrivèrent au Jardin Botanique de Buitenzorg quatre plantes d'*Elaeis*, deux de l'île Bourbon et deux d'Amsterdam ; elles avaient toutes la même origine. Les plantations d'Indonésie sont issues de ces quatre palmiers.

En 1859, le Gouvernement des Indes néerlandaises créa deux palmeraies d'*Elaeis* avec les graines de Buitenzorg, en vue de doter les cultures indigènes d'une essence que le botaniste hollandais DE VRIES appela « l'un des végétaux les plus utiles du monde ». Les Javanais toutefois ne firent aucun cas de ces fruits ; ils disposaient de l'huile de coprah qui convenait mieux à leurs usages culinaires. Dès lors, dans les îles de la Sonde, l'*Elaeis* n'attira plus l'attention que par la beauté de son feuillage et servit de plante ornementale dans les jardins d'agrément.

Plante de jardin en Asie, arbre de cueillette en Afrique, tel était l'emploi de l'*Elaeis* lorsqu'il attira l'attention d'un ingénieur agronome belge. Adrien HALLET naquit à Philippeville le 13 mai 1867 ; il entra à l'Institut Agronomique de Gembloux en octobre 1885 et obtint son diplôme d'ingénieur agronome en 1888.

Il suivit l'enseignement de grands maîtres et, entre autres, celui de l'illustre LAURENT, botaniste de renom, explorateur de notre terre d'Afrique, homme énergique communiquant son enthousiasme à une jeunesse qui déjà tournait ses regards vers les horizons de l'Équateur.

Non seulement HALLET apprit son métier dans notre Alma Mater, mais il y lia de durables amitiés qui l'aidèrent, plus tard, à réaliser son œuvre. Il y acquit les fondements des disciplines enseignées et, entre les murs de cette ancienne abbaye, dans le calme de la campagne, il put apprendre à regarder, vivre et croître les plantes et les animaux. HALLET savait observer et juger la juste valeur des choses avec un sens inné et développé.

Il s'embarque pour le Congo belge en 1899 et effectue une partie de son voyage avec l'agronome KINTS. Il examine les sols, éprouve les climats, évalue les possibilités économiques. Il étudie l'organisation de la vente de l'huile de palme, parcourt les palmeraies naturelles, estime les productions à l'Ha et le rendement des cueilleurs. L'extraction de l'huile, les moyens d'emballage et de transport sont annotés avec soin. C'était, à ce moment, le seul produit agricole exporté de notre colonie. Ses conclusions sont décevantes : les terres sont pauvres, le climat ingrat, les possibilités économiques lointaines,

les moyens de transport inexistants et difficiles à réaliser, l'exploitation des grandes cultures encore impossible.

Ce jugement était exact. Les terres du Congo belge n'avaient pas de valeur, les populations étaient décimées par les maladies et la misère. La prospérité de ce pays est l'œuvre des Belges, tout comme celle de la Campine où des sables ont été transformés en terres arables par un travail poursuivi avec bon sens et volonté.

Hallet avait espéré défricher la forêt guinéenne et y aménager des plantations. Il ne prit pas ce risque, revint en Belgique et partit, en 1905, aux Straits Settlements.

Il fut le principal pionnier qui fit passer l'Hevea de Ceylan en Malaisie puis à Sumatra en 1908, en Cochinchine et au Cambodge en 1910. Il créa des plantations dans les forêts vierges de ces régions à des endroits choisis avec l'intuition de l'agronome et de l'économiste. Il étendit ses domaines, opéra des fusions de sociétés et devint, grâce à sa constance et son énergie, le plus grand planteur de caoutchouc du monde.

Ce fut Hallet, et lui seul, qui eut l'idée de réaliser en Asie des plantations de palmier à huile d'Afrique. L'initiative de cette migration végétale devait bouleverser le marché des oléagineux.

Vers 1908, lors d'une tournée d'inspection dans ses plantations d'Hevea à Sumatra, il passa, par hasard, à Deli Moeda dans une allée bordée d'*Elaeis* beaucoup plus vigoureux que ceux d'Afrique. Les drupes n'étaient pas plus grosses, mais l'épaisseur de la pulpe très importante.

Il avait obtenu du propriétaire de la plantation la location de cette avenue. Il y installa un ingénieur agronome qui avait pour mission de récolter et de peser la production de chaque palmier, de déterminer le nombre et le poids des régimes, le poids des fruits, le poids de la pulpe, etc. Il voulait connaître la productivité des arbres pour baser sa décision sur des données réelles et en même temps commencer la sélection.

Dès qu'il eut décidé, en 1908, la création des premières palmeraies plantées à Mata Pao Estate et à Poeloe Radja, Hallet travailla sans relâche à la réalisation de son dessein. Les grands hommes, quel que soit le champ de leur activité, poète ou financier, savant ou artiste, vivent avec les idées qui les illuminent et toute leur énergie est vouée à la réalisation de leur idéal.

Hallet songeait aux palmiers d'Afrique, irréguliers et chétifs, aux régimes rares, donnant peu d'huile, mal traités, et les comparait aux arbres vigoureux et réguliers, aux palmes puissantes, aux fruits nombreux et riches qu'il allait planter. Il décrivait les usines de traitement qu'il installerait dès que les premiers hectares entreraient en rapport. « Comprenez-moi bien, disait-il à ses amis, je n'ai jamais su faire de phrases ... ou voulu ... Ce que je puis affirmer, et j'ai trop de bonnes raisons à donner pour les exposer, cela n'en finirait pas, c'est que l'Asie va battre l'Afrique pour le palmier à huile comme elle a vaincu l'Amérique du Sud pour l'hevea ... et cela à peu près aux mêmes endroits, ce qui simplifiera mes tournées d'inspection ».

Comme tout précurseur il fut traité d'utopiste. Pourquoi créer des plantations en Asie alors que l'Afrique possédait des centaines de milliers d'hectares de palmeraies naturelles ? C'était engager des capitaux importants pour réaliser ce qui n'avait nécessité aucune dépense ailleurs. Personne ne voulut l'imiter et il resta le seul à planter l'*Elaeis* jusqu'en 1924. Son programme se réalisa point par point. Les arbres répondirent à l'attente et les premiers rendements en huile atteignirent deux tonnes à l'hectare. Les procédés de culture, les premiers travaux de sélection, la mise au point de l'extraction de l'huile, le conditionnement et l'expédition en citernes sont l'œuvre d'Adrien HALLET aidé par des ingénieurs de Gembloux.

En 1923, son groupe produit, à Sumatra, 2.000 tonnes d'huile accusant une acidité inférieure à 2 %. Cette production passe en 1940 à 58.000 tonnes.

HALLET introduisit l'*Elaeis* dans ses plantations des Straits Settlements. En 1938, l'Asie produit 208.000 tonnes d'huile et 56.000 tonnes de palmiste. Dans le continent africain, pour une tonne d'huile produite par l'indigène, il fallait 600 jours de travail et pour une tonne de palmiste 75 jours. En Asie, une tonne d'huile nécessitait 42 jours de travail et une tonne de palmiste 6 jours. Un hectare de palmeraie naturelle en Afrique donne, à cette époque, 100 kg d'huile et, si elle est aménagée, 300 kg. Une palmeraie de plantation donne en moyenne en Asie 3,5 à 4 tonnes d'huile.

L'Asie devançait ainsi l'Afrique dans l'exploitation et le commerce de l'huile de palme et il fallut attendre 1924 pour voir apparaître au Congo belge des palmeraies plantées. Dès 1934, l'INEAC entreprend la sélection des espèces congolaises en vue de rattraper le retard considérable sur les Indes néerlandaises. Il revient à BEIRNAERT et VANDERWEYEN d'avoir trouvé un hybride interspécifique produisant 3.000 kg d'huile dans des conditions moins favorables qu'aux îles de la Sonde.

* * *

Je ne dirai pas l'origine et les migrations d'autres végétaux cultivés. L'histoire des plantes que nous avons passées en revue ne suffit-elle pas à montrer que leur découverte dans les vastes étendues de verdure, leur adaptation aux milieux habités, leur amélioration peuvent être considérées comme une des œuvres les plus utiles de l'esprit humain ?

Des soldats ont laissé leur nom à l'histoire, mais leur succès fut acquis au prix de la douleur ; des savants ont asservi l'énergie de la matière, peut être avec le seul souci de découvrir l'inconnu, mais malgré eux, les déviateurs de la science en ont fait une arme contre l'humanité.

L'homme a le devoir de contribuer au bien de tous et d'élever ses pensées vers l'utile, le bien et le beau. Toutes les activités humaines peuvent conduire vers cet idéal, mais le travail de l'ingénieur agronome qui veille à la nourriture des hommes, celui qui fait naître une agriculture dans les jungles où croupissent dans l'ignorance et la pauvreté des aborigènes abandonnés à leur civilisation

primitive, crée des richesses là où la misère décimait des populations mal nourries.

Préserver la fertilité des terres, observer les plantes et les animaux, déceler leurs secrets pour découvrir ce qui convient le mieux à leur développement, dans la poésie des champs et des bois, dans le calme d'un laboratoire, est un beau et sain métier.

En cette séance d'ouverture, je n'avais d'autre intention que de montrer qu'il vaut la peine d'être choisi.

OUVRAGES CONSULTÉS

René BOUVIER. *Les migrations végétales*. Bibliothèque de Philosophie Scientifique. Flammarion (1946).

J. FRASELLE. *L'origine du Maïs*. Conférences Gembloux (1947-1948).

P. C. MANGELSDORF et R. G. REEVES. *The origin of Indian Corn and its relatives*. Texas Agricultural Experiment Station. Bull. nº 574. May 1939.

A. CHEVALIER et E. PERROT. *Les Kolatiers et les noix de Kola*. Éd. A. Challamel (1911).

Le peuplier en Belgique

par

Albert L. Quairière,

Ingénieur Agronome et Forestier A. I. Gx,

Professeur de Biologie Végétale et de Sylviculture à l'École Provinciale de Culture et d'Élevage de et à Ath,

Chargé du Cours de Technologie Forestière à l'Institut Belge du Bois,

Membre de la Commission Nationale Belge du Peuplier.

Notes liminaires.

Les présentes notes étaient rédigées et sur le point d'être envoyées à l'impression lorsque parut, vers avril 1957, « Les peupliers dans la production du bois et l'utilisation des terres », *livre technique spécialement édité par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.*

En le consultant, j'ai été surpris de constater la similitude existant entre plusieurs points de vue du présent article avec les mêmes données techniques reprises dans ce livre, hasard — car il ne peut s'agir que de coïncidence d'ailleurs flatteuse pour moi — d'autant plus curieux que mes écrits sont le fruit de travaux personnels et de trente ans d'expérience et d'essais dans l'étude du peuplier, et que mes notes servaient de base à un cours de populiculture *professé depuis cinq ans à la Section des Ingénieurs Agronomes Techniciens de l'École Provinciale de Culture et d'Élevage d'Ath.*

Je tiens en guise de préface à reproduire une lettre émanant d'un collaborateur de la première heure auquel je rends hommage après trente ans de fructueux contacts, Monsieur Philippe van Ingelgem, *propriétaire forestier et populiculteur averti à Lippelo (Puurs) dont la bonne foi ne peut être mise en doute.*

Pour le reste, le livre de la F. A. O. sur la question du peuplier est et reste un document technique remarquable et de première valeur auquel je ne puis que conseiller de se référer pour plus de détails et je marque une certaine fierté d'y voir reprises quelques-unes de mes propres opinions sur la matière.

Ph. van Ingelgem

Lippelo (Puurs) Le 22 juillet 1957.

« *Cher Monsieur Quairière,*

« *Le livre publié par la F. A. O. et que vous avez eu l'amabilité de me faire » parvenir, m'a intéressé au plus haut point* ».

« *J'ai été frappé surtout par la coïncidence des idées exposées avec celles que » vous-même m'avez communiquées au cours de notre longue collaboration, » collaboration qui date déjà de plus de trente ans* ».

« Dès 1925, je vous faisais part de mes inquiétudes au sujet de l'apparition de » quelques chancres dans une peupleraie à Lippelo (Regenerata). La seule » défense, me disiez-vous, se trouvait dans la sélection variétale. Votre point de » vue a été prouvé par les expériences ultérieures ».

« Quelques années après nous avons fait ensemble l'étude de l'influence de » l'aune blanc sur l'accroissement du peuplier ».

« Nous avons alors installé à Lippelo, une peupleraie 1/2 avec sous-étage » d'aune blanc, l'autre 1/2 dans une partie pâturée, terrain identique avec même » pH partout. Le résultat de cette expérience a été publié par le Bulletin de la » Société Royale Forestière en mars 1949, n° 3. »

« En ce qui concerne les soins culturaux, les élagages, les émondages, le livre » de la F. A. O. les expose magnifiquement et confirme tout ce que vous m'aviez » dit à cet égard ».

« L'étude toute spéciale des qualités du Serotina (Bleu d'Exaerde), semble » bien confirmer vos idées au sujet de ce cultivar ».

« Il y a 30 ans, vous étiez certes le premier en Belgique pour faire naître et » étudier le problème « Peuplier » et je reconnais volontiers que grâce à votre » impulsion ce vaste problème a été résolu, ou tout au moins se trouve sur le » point de l'être ».

« Le cours de populiculture que vous enseignez constitue une très belle et com- » plète synthèse de cette collaboration ».

« Aussi, est-ce très sincèrement que je vous réitère mes félicitations ».

« Bien cordialement à vous ».

(s) *Ph. Van Ingelgem.*

INTRODUCTION

Il n'y a pas bien longtemps, une quarantaine d'années, le peuplier était considéré comme ayant un rôle forestier très accessoire et on peut encore lire dans des auteurs forestiers, et non des moindres, qu'il était synonyme tout au plus « d'arbre d'alignement » ... C'était le ravaler et le méconnaître !

Il a fallu la foi et la persévérance de quelques précurseurs, d'ailleurs à l'heure actuelle souvent oubliés et méconnus, maintenant que tout le monde s'occupe plus ou moins et parfois sans succès du peuplier, et aussi peut-être les bouleversements économiques succédant à deux guerres successives, pour lui faire prendre, en Belgique et même dans le monde entier, toute son importance et sa place légitime dans la culture forestière moderne.

Le monde actuel a vu la sylviculture s'industrialiser ; à la culture des essences dures, longévives, difficiles à entretenir et à traiter a succédé la production massive de bois par le choix d'essences à bois tendre, à courte révolution, simples à traiter et à exploiter : peupliers et résineux.

Quoi de plus simple en effet que le traitement forestier moderne : on plante avec ou sans ameublissement du sol et épandage d'engrais, dégagement,

nettoiement, éclaircies, coupe à blanc à court terme, puis le cycle peut recommencer.

L'usage du bois est manifestement en recul dans certains domaines (charpentes, étais de mine, traverses de chemin de fer, meubles, etc ...) étant remplacé par le béton et le fer, souvent à tort d'ailleurs, car fréquemment on doit en revenir au matériau ancestral plus qualifié (cas des traverses de chemin de fer et des poteaux).

Je ne puis m'empêcher de citer ici les paroles si pertinentes de Monsieur le Directeur CAMPREDON (que je reprends dans leur sens général), au dernier Congrès International du Bois à Lyon :

«Bien utilisé, bien préservé, bien choisi et bien adapté en vue de son utilisa-
» tion future, par des techniciens habiles et compétents

« LE BOIS »

» de bonne qualité est un matériau si complet et si parfait que, si au lieu de
» précéder le béton et le fer, il l'eût suivi, on aurait dû le considérer comme
» un énorme progrès et non comme on le prend souvent à tort à notre époque,
» comme un matériau secondaire, rétrograde et souvent routinier ».

Le bois tendre provenant d'arbres à croissance rapide a trouvé dans l'économie actuelle des débouchés nouveaux — contreplaqué, panneaux comprimés, cellulose, industries chimiques — qui lui assurent des débouchés substantiels, éliminant la crainte d'une possibilité de surproduction et ce, au détriment souvent des bois durs et nobles dont la consommation a fléchi.

La sylviculture des essences longévives, à longue échéance, amène une capitalisation énorme par le jeu de l'intérêt composé si bien que le revenu financier en est faible, nul et parfois même déficitaire ; elle reste l'apanage exclusif des organismes d'intérêt général : État ou établissements publics, le particulier se tournant lui, avec raison d'ailleurs, vers une sylviculture intensive, à revenu rapide et à résultat plus rémunérateur et plus direct.

Il est de fait acquis que nous produisons trop peu de bois, il nous faut en importer ; nous avons intérêt à introduire de notre colonie ou de l'étranger des bois durs entre autres, nécessitant de longues années pour arriver à exploitabilité, bois qui, vu leur valeur élevée, supporteront mieux les frais inhérents à leur importation, notre pays se réservant la production de petits bois (bois de mine) et de bois tendres à croissance rapide dont les besoins ne font que croître (résineux et peupliers).

Nous assistons à un recul du bois de chauffage, ce qui amène le discrédit des bois de taillis surtout ceux à court terme et l'abondance exagérée des bois de houppier infaçonnables et invendables, car inutilisables. Les branches et la cime du peuplier peuvent encore donner des rondins de déroulage entre les nœuds ou tout au moins être utilisées pour la fabrication de panneaux comprimés durs, demi-durs ou tendres, ce qui leur assure un débouché rémunérateur.

I. — Importance du peuplier pour notre pays.

Donc, considéré il y a à peine quarante ans comme un arbre d'alignement et non comme un arbre forestier, le peuplier a vu, surtout durant le dernier quart de siècle, son importance s'amplifier à tel point qu'on peut admettre qu'à l'heure actuelle tous les pays d'Europe et surtout ceux faisant partie de la F. A. O., s'y sont intéressés et chaque pays, ou presque, possède à l'heure actuelle sa Commission Nationale du Peuplier.

Pour la Belgique, pays de petite culture agricole, le peuplier a une importance énorme : il y est consommé en effet, chaque année, plus de 250.000 mètres cubes de peuplier, ce qui représente 125.000 sujets (2 m ^{3}), soit si nous calculons sommairement : il est exploité chaque année, en Belgique, 650 Ha de peupliers, ce qui nous amène à considérer qu'il y aurait environ 20.000 Ha de plantations de peupliers, soit, pour concrétiser ce chiffre, environ cinq fois la superficie de la Forêt de Soignes.

II. — Importance de la culture du peuplier pour l'agriculture.

Le peuplier est, pour ainsi dire, la seule essence forestière qui présente un intérêt réel pour l'agriculteur belge parce que :

1°) Il se contente d'un terrain médiocre, humide, marécageux même, à condition qu'il soit assaini et que l'eau n'y stagne pas pendant la période de végétation. Il est sans exigence bien définie quant à la nature physique et chimique du sol : argile, sable ou limon, bien qu'il préfère les sols *frais, meubles, fertiles, profonds* ; il exige toutefois un *pH neutre ou légèrement alcalin.*

2°) *Sa croissance très rapide* permet au planteur d'espérer en opérer lui-même l'exploitation ; un peuplier augmente sa circonférence à 1,50 m du sol de 5 à 8 cm par an, alors que le chêne l'accroît à peine d'un cm. Un peuplier de 1 m de circonférence à 1,50 m du sol aura donc environ 15 ans, un chêne de même dimension aurait un siècle.

3°) Sa culture demande *peu de soins d'entretien* et n'exige aucune connaissance bien spéciale.

4°) Son *bois* blanc, tendre, homogène, facile à travailler, est recherché pour de multiples usages : menuiserie, allumettes, ... (voir plus loin) et l'avenir fait prévoir des débouchés nouveaux et variés : cellulose et contreplaqué ; il trouve de nombreux emplois à la ferme.

5°) En plantant des peupliers, le fermier se constitue, par *un placement sûr* et rémunérateur, un capital de réserve disponible en cas de dépenses imprévues et c'est « aussi bien le pain de ses vieux jours que la dot de ses enfants ».

6°) Le peuplier constitue aussi une *assurance-vie* dont le capital au moment de son échéance sera toujours à la valeur du jour par suite de l'*étalon bois.*

Il faut donc que le fermier plante des peupliers, mais il faut qu'il accorde à cet arbre un minimum de soins et d'attention et qu'il comprenne que, de

la même façon qu'il n'hésite pas à recourir à des graines sélectionnées, il doit choisir judicieusement les plants auxquels il s'adresse.

III. — Classification des peupliers.

Les peupliers : arbres *dioïques*, c'est-à-dire à *pieds mâles* et *pieds femelles* distincts, d'où de *nombreux hybrides* sont nés, plus ou moins méritants, et il faudra, parmi eux, choisir une bonne variété ayant fait ses preuves. On peut reconnaître les sexes : les pieds mâles, au mois de mars, laissent tomber des grappes rouges *d'étamines* (organes mâles), les pieds femelles lâchent, au mois de juin (vers le 15 juin), un *coton* qui se mélange aux herbages et regains et peut occasionner des troubles dans l'estomac des ruminants.

Les peupliers ont été divisés en cinq groupes ou sections :

A) *Section* Turanga : surtout représentés en Asie centrale et occidentale avec des stations disséminées sur les pourtours méridional et occidental de la Méditerranée. Sont donc sans intérêt pour notre pays.

Citons *Populus euphratica* (Oliv.)

B) *Section* Leuce : se divise en deux sous-sections.

a) Les *Trepidae* de Dode ou trembles.
b) Les *Albidae* de Dode ou peupliers blancs proprement dits.

a) *Sous-section des Trepidae ou trembles.*

Populus tremula (Linné) — peuplier tremble.

Fait partie de notre végétation spontanée — cime irrégulière — tronc flexueux courbé — petit arbre du taillis — feuille à pétiole très aplati — feuille ronde non argentée à la face inférieure — existe en pieds mâles et femelles — Bois peu utilisé vu les très petites dimensions et une propension à la pourriture du cœur. Dans les pays nordiques, il existe un *type boréal* à port élancé, à tronc rectiligne et cylindrique, dont le bois est excellent, et importé chez nous où il est très recherché pour l'industrie allumettière.

Citons dans cette sous-section : *Populus tremuloïdes* (Michx) — *Populus grandidentata* (Michx).

b) *Sous-section des Albidae ou peupliers blancs.*

Populus alba (Linné) — peuplier blanc ou picard ou franc-picard ou Ypréau.

Grand arbre forestier — cultivé — à tronc droit — très bonne réserve du taillis sous futaie, surtout en Hesbaye — feuille assez variable sinuée et dentée présentant toujours un *tomentum blanc* à la face inférieure — existe en pieds mâles et femelles.

Excellent bois — le meilleur bois blanc — rayé par l'ongle — très recherché pour faire des planches de batellerie ; se scie très bien mais se déroule très mal.

Les peupliers de ces deux sous-sections se sont hybridés et ont donné *Populus canescens* (Sm) — peuplier grisard ou grisaille.

Étant un hybride, il prend les caractères, les qualités ou les défauts du parent qui domine — le tronc est plus ou moins sinueux, mais la feuille n'est jamais argentée à la face inférieure. Il comporte des pieds mâles et des pieds femelles.

C) *Section* AIGEIROS ou *peupliers noirs* ou *peupliers du Canada.*

Est de loin la section qui nous intéresse le plus, mais aussi celle où les sujets sont les plus difficiles à différencier car comme l'a dit GUINIER, rien n'est plus difficile à différencier d'un peuplier noir qu'un autre peuplier noir.

I) *Populus nigra* (Linné) ou *peuplier noir européen* ou *indigène.*

A tronc souvent flexueux — à croissance lente — existait à l'état de pieds mâles et de pieds femelles et a presque entièrement disparu.

Seul subsiste le *Populus nigra cultivar italica* ou *pyramidales* (mâle) très répandu en Italie (Lombardie), à port très fastigié — tronc fortement cannelé — contreforts et empattements à la base — n'est plus chez nous qu'ornemental et arbre d'alignement car son bois est de mauvaise qualité et il est très attaqué par les parasites, surtout les insectes.

II) *Populus deltoïdes* ou *peuplier noir américain.*

Comprend (voir tableau) :

{ 1 a — *Populus deltoïdes cultivar monilifera* — mâle.
{ 1 b — *Populus deltoïdes cultivar virginiana* — femelle.
2 — *Populus deltoïdes cultivar missouriensis* — mâle et femelle.
{ 3 a — *Populus deltoïdes cultivar carolinensis* — mâle.
{ 3 b — *Populus deltoïdes cultivar angulata* — femelle.

Les *populus nigra* et les *populus deltoïdes*, c'est-à-dire I et II, se sont abondament hybridés et ont donné les *populus euramericana* de Dode et Guinier.

a) *Populus euramericana cultivar Serotina* (Dode) — mâle,

avec ses variétés : 1) Serotina de Selys : très érigé.
2) Serotina erecta
3) Serotina bleu d'Exaerde
4) Serotina de Champagne
5) Serotina du Poitou.

b) *Populus euramericana cultivar regenerata* (Dode) — femelle, avec sa variété erecta.

c) *Populus euramericana cultivar marilandica* (Dode) — femelle.

d) *Populus euramericana cultivar brabantica* (Houtzagers) — mâle.

e) *Populus euramericana cultivar gelrica* (Dode) — mâle.

f) *Populus euramericana cultivar robusta* (Dode) — mâle, et sa variété ou clone *Populus bachelieri.*

TABLEAU SYNOPTIQUE DE

I. P. nigra européen

(mâle et femelle) pratiquement disparu, buissonnant et croissance lente.

↓

Ia. P. nigra italica

(mâle)
alignement, — rideaux protecteurs.
Bois médiocre — très attaqué par parasites entomologiques.
Entrée en végétation = 1

II. Populus deltoïdes ou peupliers noirs américains.

Noms	Sexe	Entrée en végétation	Couleur de la feuille au débourrage
◆ 1a. P. delt. *monilifera*	mâle	—	—
1b. P. delt. *virginiana*	femelle	3	verte
⌑ 2. P. delt. *missouriensis*	mâle et femelle	1	cuivrée
◆ 3a. P. delt. *carolinensis*	mâle	—	—
◆ 3b. P. delt. *angulata*	femelle	—	—
III. Populus euraméricains hybrides.			
1. P. *serotina* (var. erecta et de Selys)	mâle	5	brun-rouge
⌑ 2. P. *regenerata*	femelle	4	brun
⌑ 3. P. *marilandica*	femelle	3	brune, rapidement verte
◆ 4. P. *brabantica*	mâle	4	verte
⌑ 5. P. *gelrica*	mâle	4	légèrement rougeâtre
6. P. *robusta*	mâle	2	cuivré

◆ : disparu presque complètement.

LA SECTION AIGEIROS

Région	Bois	Caractères
N. des E.U.	–	–
N. et centre E.U.	Excellent sciage et déroulage	Kron (wallon) = courbé – Gek (flamand) = fou ; pousse de travers – Croissance très rapide – Coton subsiste sur l'arbre.
Centre E.U.	Serait assez cassant	Rare en Belgique – quelques femelles existent en Hollande, mais on a surtout introduit un clone mâle – résiste aux vents – jeune : lenticelles allongées.
Sud E.U.	Excellent bois	Gèle chez nous ; ne vient qu'au sud de Paris.
Sud E.U.	Bon bois	Gèle un peu moins facilement, serait répandu en Savoie. (?)
sol lourd	le meilleur après le picard	Pétiole rouge-écorce reflet acajou – cimes en dents de scie – résistant au chancre et vent – var. erecta et de Selys – croissance lente jusqu'à 25 ans.
sol argileux	Bois tendre, blanc lustré	Graines tombent isolément suivies du rachis – très sujet au chancre – même la var. erecta (sujet à caution) et celui de Champagne.
sol plutôt léger	médiocre au déroulage – Saboterie	Flamand = gentenaar (gantois) – très grosses branches – cime ronde étalée – feuille losangique plus longue que large – fruit tombe en grappes – à élaguer fortement.
indifférent quant au sol	tendre, doux, blanc	Disparu en Belgique par le chancre.
sol léger sable	excellent	Encore rare en Belgique, en voie d'introduction – répandu en Hollande – port droit assez pyramidal.
sol argilo-sablonneux limon	excellent	Hâtif, branches fines, obliques, verticillées, casserait parfois (France), croissance très rapide jusqu'à 25 ans – 8 cm par an – résistant au chancre.

⌑ : en voie de disparition ou d'introduction.

Citons encore : *Populus euramericana cultivar eugenei* (Dode) mâle : Angleterre ;
Populus euramericana cultivar I 214 (Dode) femelle : Italie ;
Populus euramericana cultivar I 154 (Dode) mâle : Italie.

Nous croyons utile pour le lecteur de présenter la section des Aigeiros selon le tableau repris pages 22 et 23.

Ce tableau appelle quelques remarques.

Remarque n° 1.

a) Sont disparus de Belgique ou en voie de disparition :
les *Populus nigra* (type) — *Populus deltoïdes monilifera* — *Populus brabantica* (chancre).

b) Devraient disparaître : *Populus nigra italica* à remplacer par le *Populus serotina* de Sélys ; *Populus regenerata* vu le danger d'attaque par le chancre.

c) Devraient être introduits et utilisés sur une échelle plus grande pour contrebalancer l'engouement peut-être excessif du *Populus robusta* : le *Populus serotina erecta* et le *Populus gelrica.*

Remarque n° 2.

Nous devons, en Belgique, arriver à la suppression des noms locaux souvent fantaisistes qui ne font que compliquer la question du peuplier (noir d'Achel, rouge de Furnes, blanc d'Anseghem), pour en arriver à l'adoption généralisée des noms officiels.

On entend souvent parler notamment de peuplier « *Raverdeau* » ; c'est le nom d'un pépiniériste et c'est pour notre essence un nom factice car il y a en réalité trois peupliers Raverdeau :

a) un peuplier mâle à écorce blanche qui est un *Populus serotina cultivar* de Champagne ;

b) un peuplier femelle à écorce brune qui est un *Populus regenerata* vraisemblablement un *cultivar* de la vallée de l'Ourcq, et

c) un peuplier mâle qui est un clone de *Populus robusta.*

Il y a de même, des peupliers dénommés « *eucalyptus* » de Sarcé, et parmi lesquels j'ai trouvé des *serotina* méritants et des *regenerata,* à mon avis, toujours douteux en ce qui concerne le chancre, malgré leurs promesses encourageantes.

Remarque n° 3.

Les peupliers euraméricains sont des hybrides obtenus par semis naturel ou artificiel dont un sujet méritant est reproduit par voie asexuée ; ils ne peuvent donc posséder qu'un *seul sexe,* mâle ou femelle et jamais les deux.

Remarque n° 4.

Les peupliers noirs américains doivent leur nom de « deltoïdes » vraisemblablement à la forme de leur feuille semblable à la lettre grecque Δ ; ces

peupliers ont une aire de dispersion très vaste, ce qui a amené la création de trois formes écologiques caractérisant les latitudes du Nord, du Centre ou du Sud des États-Unis avec naturellement des interpénétrations ; c'est une preuve de la grande plasticité des peupliers vis-à-vis de la station.

Remarque n° 5.

La détermination avec certitude des peupliers exige la connaissance du sexe et la fixation de la date du débourrage avec la coloration de la feuille à ce moment, ce qui nécessite l'observation de l'arbre pendant une année.

Le *débourrage* doit être considéré comme le moment fugace où le bourgeon s'étant ouvert, les feuilles viennent de s'étaler et n'ont pas encore pris leur coloration définitive due au contact avec l'atmosphère.

Les dates d'entrée en végétation n'ont pas un caractère *absolu*, mais bien un caractère *comparatif*, ce qui justifie leur désignation non par une date fixe mais bien par un numéro d'ordre ; elles varieront donc d'une année à l'autre et d'une région à l'autre et le décalage sera d'autant plus marqué que les conditions climatiques auront différé pour les années ou les régions considérées (influence importante du microclimat et notamment de l'altitude). J'ai observé en 1956 une différence de presque dix jours entre des *Populus serotina* situés les uns à Bruxelles (en avance) et les autres à Ath (en retard).

Mais ce qui restera *constant*, c'est le laps de temps séparant les différents paliers de l'entrée en végétation ; c'est ainsi que l'on peut affirmer presque avec certitude, qu'il s'écoulera presque toujours de quatre à cinq semaines entre la date du débourrage du n° 2 (*Populus robusta*) et celle du n° 5 (*Populus serotina*), le premier étant entièrement feuillé alors que le second est encore dénudé.

La différence sera moins marquée et plus subtile entre deux paliers, c'est-à-dire deux chiffres successifs ; elle sera de l'ordre de quatre à huit jours, mais alors la différenciation pourra s'affirmer en tenant compte du sexe qui aura été déterminé l'année antérieure, et de la coloration du feuillage lors de l'entrée en végétation, coloration, répétons-le, d'ailleurs assez fugace.

Section des TACAMAHACA *ou peupliers baumiers.*

Originaires généralement des régions septentrionales, ils ne peuvent être utilisés sans danger dans une grande partie de la zone tempérée froide de l'Europe vu leur extrême sensibilité au chancre, pour laquelle ils sont d'ailleurs utilisés expérimentalement comme réactif pour le chancre ; ils sont de plus très attaqués par beaucoup de parasites. Le bourgeon est enduit d'une sorte de résine gommeuse, adhésive et odorante utilisée en pharmacopée.

Citons, provenant de l'Asie :

Populus laurifolia — *Populus suaveolens* — *Populus simonii*

et provenant d'Amérique du Nord :

Populus trichocarpe — *Populus balsamifera* — *Populus candicons.*

On les a hybridés avec des peupliers de la section Aigeiros, hybrides caractérisés par une forte prédisposition au chancre.

Citons : le *Populus generosa*, très sensible à la rouille et au chancre, le *Populus berolinensis* et le *Populus Max Kee* présentant les mêmes défauts, ainsi que les hybrides dits de *Stout et Schreiner*, dont parmi dix sélections effectuées en 1934, il ne subsiste que le « *Geneva poplar* » et « l'*Oxford poplar* » qui ne résistent pas au chancre inoculé expérimentalement, mais sont douteux pour le chancre naturel.

E) *Section des* LEUCOÏDES.

Représentée surtout en Extrême-Orient par une espèce sans importance commerciale ; en Amérique du Nord : le *Populus heterophylla* ou *Swamp Cottonwood.*

Citons : *Populus lasiocarpa, Populus wilsonii* et *Populus ciliata* qui sont sans aucun intérêt pour la Belgique.

IV. — CHOIX DE LA VARIÉTÉ.

QUALITÉS A EXIGER D'UNE VARIÉTÉ A CHOISIR.

1) Être *mâle.* Les mâles se sont montrés les plus intéressants et les plus résistants aux maladies ; de plus, et surtout, aucun ennui n'est à redouter par la chute du coton et son mélange au foin.

2) *Avoir une croissance rapide.*

3) *Avoir un port fastigié* : des branches fines insérées à angle aigu sur le tronc, permettant une plantation serrée et diminuant la nécessité d'élagage.

4) *Etre résistant aux maladies,* surtout au chancre et au *Dothichiza populea.*

5) *Produire un bois de bonne qualité.*

De l'examen de la classification des peupliers et particulièrement du *groupe des peupliers noirs,* nous pouvons conclure qu'une variété domine nettement toutes les autres : il s'agit du *peuplier euraméricain robusta de Schneider,* variété appelée parfois par erreur « Raverdeau ».

Ce peuplier en effet, entre très tôt en végétation et perd ses feuilles le dernier (il a donc une très longue activité physiologique) ; sa croissance est extrêmement rapide, dans certains cas, jusque 10 cm de circonférence par an. Ses branches sont et restent grêles, insérées obliquement sur le tronc (d'où élagages réduits et élagage naturel possible et efficace), souvent disposées en verticilles (ce qui permet la récupération de petits troncs de bois entre deux verticilles superposés).

Il est particulièrement résistant aux maladies, sauf au *Dothichiza populea* (maladie plutôt de jeunesse).

Il semble assez indifférent au sol, car s'il préfère le limon, il s'adapte relative-

ment bien à l'argile pas trop compacte, aussi bien qu'au sable ; il aime la fraîcheur, mais semble redouter particulièrement l'acidité du sol ; il exige un pH d'au moins 7 jusque 8.

Dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, le Condroz et la Basse-Ardenne, le *robusta* est très atteint par les gelées tardives, défaut que ne présente pas le *serotina* plus tardif (point important).

Les gelées tardives rendent d'ailleurs l'introduction du peuplier à peu près impossible dans certaines vallées humides, limoneuses, situées sur la rive droite de la Meuse, où cette essence serait particulièrement bien en place. Nos recherches doivent s'orienter vers la découverte de variétés résistantes aux gelées hors saison.

La varité *bachelieri* à croissance très rapide est un clone à étudier et à suivre.

A côté du *robusta*, nous citerons le *Populus virginiana* qui présente à côté d'une croissance très rapide et d'un bois de bonne qualité, le désavantage d'une croissance tortueuse et le fait inhérent à son sexe : de lâcher au mois de juin, un coton particulièrement abondant.

Il s'agit d'un peuplier noir américain pur et femelle.

Les derniers travaux des centres de sélection auraient fait découvrir :

Des clones de Virginiana à croissance rectiligne si bien que dans l'avenir, ce peuplier pourrait devenir très intéressant pour notre pays, sinon en bordure de prairies, du moins pour la formation de bois et de bosquets.

De plus, *le Deltoïdes missouriensis* dont nous possédons la forme mâle, est encore insuffisamment connu dans notre pays.

Peut-être deviendra-t-il intéressant pour nous par suite de sa résistance au vent, bien qu'on le suppose cassant et surtout par suite de sa possibilité de coloniser les sols sableux.

Très introduit en Hollande.

Le peuplier *Robusta* cité plus haut, présente le désavantage de voir sa croissance diminuer considérablement vers l'âge de 20 à 25 ans, ce qui entraîne la nécessité d'une exploitation hâtive pour éviter une perte de rendement (circonférence de 1,60 m à 1,80 m à 1,50m du sol), ce qui empêche la production de gros bois de déroulage, les plus recherchés et les plus chers.

Aussi, voit-on des propriétaires voulant produire du gros bois, donner la préférence au *Populus serotina, variété erecta* (variété érigée de notre vieux peuplier hybride acclimaté, très résistant aux maladies mais d'une croissance plus lente, du moins dans les vingt premières années), et au *peuplier gelrica* ; ce dernier, bien qu'ayant donné des résultats remarquables en Hollande sur sol sablonneux, me paraît encore insuffisamment connu pour notre pays.

Le *P. serotina cultivar de Selys* devrait à mon avis être propagé et remplacer le peuplier d'Italie auquel il est largement supérieur par les qualités de son bois et sa résistance aux maladies et aux insectes. J'en connais de très beaux spécimens pleins d'avenir dans les environs d'Ath.

Remarquons que les agriculteurs désignent souvent le *peuplier serotina* qu'ils connaissent depuis longtemps, sous le nom de *vieux gris* ou de *vieux noir*.

Ce qui est certain, c'est que l'on doit éviter la plantation massive :

1) *du marilandica* : peuplier femelle, par suite de sa cime absolument trop étalée et de sa tendance à produire de très grosses branches.

2) *du regenerata* : autre peuplier femelle, qui est très sujet au chancre.

Constatons que, malheureusement, la majorité des peupliers plantés dans la province du Hainaut sont des *regenerata.*

Remarquons en guise de conclusion que l'on a imputé bien souvent au peuplier des échecs qui n'étaient dus qu'au choix défectueux d'une variété inadaptée à la station ; le peuplier n'est pas une essence passe-partout que l'on peut planter impunément sur tous les sols et, répétons-le, c'est une des essences les plus sensibles au pH, dont les variations et l'abaissement peuvent diminuer et même arrêter la croissance.

De plus, malgré sa plasticité apparente, le peuplier a des exigences bien définies, surtout en ce qui concerne les propriétés physiques du sol qu'il veut *assez meuble, très frais, limoneux, profond, aéré,* sol dont la fertilité et la forte teneur en humus sont un gage de croissance exubérante ... mais ce sont là les caractères d'une terre réservée à la culture et non destinée à la sylviculture. Ce fait explique la réussite des plantations en bordure de champs ou de terres en culture ; ces peupliers à croissance très rapide, très éclairés, présentent malheureusement souvent des troncs bas, coniques, ayant tendance à se couvrir de gourmands et nécessitant des élagages intenses et répétés, d'où diminution de la qualité et de la valeur du bois.

V. — Caractères forestiers sommaires comparés des peupliers blancs ou picards, des peupliers trembles et des peupliers noirs hybrides.

Peuplier blanc ou picard	*Peuplier Tremble*	*Peupliers noirs hybrides*
Habitat.		
Plaines et vallées. Basse et Moyenne Belgique.	Spontané dans toute la Belgique.	Très répandus dans la Basse et Moyenne Belgique.
Sols.		
Terrains argilo-sablonneux, frais et divisés, profonds, assez riches.	Le moins exigeant. Sols médiocres.	Frais, même humide, alluvions des vallées ; bords des cours d'eau. Limon.
Enracinement.		
Pivotant d'abord, puis superficiel. Résiste mal au vent. Drageonne.	Très superficiel	Très traçant, mais résiste au vent (relatif).
Tempérament.		
Robuste. Essence de lumière. Couvert léger.	Très robuste, essence de lumière à couvert très léger	Robuste. Essence de lumière. Couvert assez léger.

Peuplier blanc ou picard	*Peuplier Tremble*	*Peupliers noirs hybrides*
Croissance.		
Rapide mais soutenue.	Très rapide mais non soutenue.	Plus rapide que le Picard et soutenue. Exploitable déjà à 25, 30 ans.
Longévité.		
100 ans.	70 ans (pourrit au cœur).	100 ans.
Reproduction.		
Par bouturage et surtout par drageons. Rejette mal de souche.	Par drageon. Ne se bouture pas. Rejette mal de souche.	Par boutures, ne drageonne pas ou peu. Rejette bien de souche.
Culture.		
Dans la futaie ou taillis sous-futaie	Taillis n'est maintenu qu'à défaut d'autre chose.	Peuplements purs (Futaie). Au bord des pâtures et le long des routes et cours d'eau.
Bois.		
Blanc, jaunâtre, tendre, flexible, assez résistant, le meilleur bois de peuplier.	Blanc, tendre, peu résistant.	Blanc, tendre, homogène, bois « blanc » – type des artisans.
Usages.		
Menuiserie, fonds de chariots, batellerie, sabots (bois non glissant), emballage.	Très peu d'usages car troncs de faibles dimensions.	Déroulage, allumettes, sabots, menuiserie, pâte à papier, caisses, emballage, contreplaqué.

VI. — Ennemis.

Essence à croissance rapide, à bois blanc, tendre, gorgé d'eau, presque entièrement dépourvu d'antiseptiques naturels, le peuplier et son bois ont de nombreux ennemis naturels parfois suffisamment graves pour arriver à en compromettre la culture dans certaines régions.

Mais je crois que la plupart des maladies et des ennemis de cette essence sont des parasites de faiblesse et leur virulence est la conséquence directe de la non-adaptation du peuplier à sa station.

D'abord étant reproduit par voie végétative asexuée, souvent durant de très longs laps de temps, ce mode de reproduction répété doit, à mon avis, amener fatalement une dégénérescence du moins de certains clones, dégénérescence qui a pour conséquence un manque de résistance et même une prédisposition à l'attaque de certains ennemis qui, sans ces circonstances particulières favorables à leur évolution parasitaire, resteraient des saprophytes.

Il est possible que la variété que j'ai citée en la préconisant, le *Populus robusta,* d'ici un temps plus ou moins long, dégénère et doive à ce moment être éliminée et remplacée.

Il faut donc dès maintenant prévoir cette éventualité plus ou moins proche et nos efforts doivent tendre à pallier aux dangers qui nous menacent

— par le *renouvellement des producteurs de boutures* en prélevant celles-ci sur des sujets d'élite vigoureux et spécialement résistants provenant de clones particulièrement méritants ;

— par la *création artificielle de nouveaux hybrides* et, pour ceux-ci, le chercheur doit joindre à la recherche de caractères de croissance favorables et de bonnes qualités technologiques du bois, la recherche du facteur « *résistance aux parasites* », caractère qui est malheureusement récessif.

Comme pour toutes les plantes cultivées, le moyen de lutte le plus efficace contre les fléaux qui menacent le peuplier est de faire de la « *bonne populiculture* » ; citons :

1) *Bon ameublissement du sol,* car je suis convaincu que le peuplier souffre plus d'être installé dans un sol non ameubli, non aéré, que dans un terrain où des éléments fertilisants seraient légèrement déficitaires. J'ai obtenu un résultat inespéré sur une mauvaise prairie préalablement assainie et à sol neutralisé, labourée en plein à quarante centimètres de profondeur avec retournement du gazon dans le fond des sillons et cependant sans engrais.

2) *pH neutre ou légèrement alcalin* ; je suis certain qu'un sol acide favorise la pullulation des rouilles et surtout des insectes xylophages et certainement le développement du *Dothichiza* et du chancre.

3) *Équilibre des éléments fertilisants* qui doivent être apportés sous forme d'engrais à action lente et à réaction alcaline, en évitant l'excès d'azote qui, activant la croissance, freine l'aoûtement et prédispose au *Dothichiza.*

4) *L'azote* devrait être incorporé surtout sous forme organique à action lente ; j'ai obtenu une augmentation très marquée de la croissance en utilisant dans les trous de plantation des déchets de peaux de lapins provenant d'une tannerie (éviter les déchets qui contiendraient trop de chrome).

5) *Éviter la neutralisation de l'acidité par la chaux vive,* préférer les calcaires coquilliers, les chaux éteintes magnésiennes à action lente et soutenue.

6) *Soins culturaux appropriés,* tels que :

— choisir une variété méritante de bonne origine ;

— utiliser des plants éduqués rationnellement en pépinière ;

— adopter une bonne méthode de plantation ;

— *mettre en place au plus tôt après l'arrachage* ;

— éviter l'enherbement au pied, surtout les premières années de plantation ;

— éviter l'eau stagnante par un assainissement à ciel ouvert ;

— éviter les blessures de toute nature ou les désinfecter rapidement.

7) *Les éléments mineurs* jouent certes un rôle important mais insuffisamment connu ; j'étudie le rôle du bore dans la résistance au *Dothichiza.*

8) *Recherches de formes polyploïdes naturelles ou obtention artificielle de ces formes.*

J'ai effectué en 1936 un voyage d'étude en Suède en vue d'examiner une découverte qui venait d'être faite par le Professeur NILSSON-EHLE, d'une forme

géante de *Populus tremula* ; ce tremble *triploïde* à croisance particulièrement rapide unissait à cette qualité une résistance renforcée et était le résultat d'un *choc chromosomique*, conséquence vraisemblable de l'action sur le végétal d'incendies forestiers.

Le peuplier est généralement diploïde, soit $2\ n = 38$ chromosomes ; la forme triploïde en a $3\ n = 57$ et la forme tétraploïde si elle existait en aurait $4\ n = 76$.

La *polyploïdie* chez le peuplier, caractérisée par le gigantisme, les feuilles énormes et la croissance très accélérée, semble s'accompagner d'une augmentation de la résistance des sujets.

Des études devraient être faites dans ce sens et je crois que le choc chromosomique artificiel devrait être réalisé par l'action alternée et brutale du froid et de la chaleur, la polyploïdie naturelle semblant se localiser au voisinage du cercle polaire après des coups de chaleur.

Voyons les ennemis principaux.

A) *Animaux nuisibles.*

Les *insectes* sont de loin les plus importants, ils attaquent le feuillage ou le bois, les insectes xylophages étant de loin les plus importants, bien que certains insectes piqueurs ou suceurs peuvent être considérés comme des agents actifs de propagation et de transmission de germes (champignons ou bactéries) pathogènes.

1) *Melolontha vulgaris*, hanneton commun.

Dégâts sur boutures en pépinière — utilisation efficace de HCH (hexachlorocyclo-hexane).

2) *Saperda populnea*, petite saperde du peuplier.

Cérambycide attaquant à l'état larvaire tiges et branches de 2 ans — Renflement pour berceau de nymphose et plus tard trou de sortie de l'adulte — souvent rupture des tiges attaquées.

Enlèvement des branches atteintes et lutte comme pour la grande saperde.

3) *Saperda carcharias*, grande saperde du peuplier ou saperde chagrinée.

Véritable fléau dans certaines régions car les galeries des larves sont situées dans les couches profondes du bois dont elles augmentent encore l'humidité. Dégâts souvent à la base du tronc avec sciure grossière éliminée par un trou rond (repérable) avec, souvent, des écoulements de sève. Attaque presque exclusivement les peupliers de la section Aigeiros. Badigeonner la base du tronc jusque deux mètres de hauteur au carbonyleum soluble à 20 %.

Les Italiens ont lancé sur le marché des allumettes insecticides qui sont introduites dans la galerie et dégagent des gaz très toxiques (*allumettes antitarlo*). Injecter dans la galerie un mélange de 50 % de naphte et 50 % de sulfure de carbone et obstruer le trou par du mastic.

4) *Cryptorrhynchus lapathi*, charançon du peuplier à rostre caché.

Peut devenir un véritable fléau, surtout dans des plantations effectuées très tôt après assainissement poussé. Attaque surtout les jeunes arbres. Protéger les pics qui peuvent arrêter l'invasion. Carbonyleum à 20 %.

5) *Trochilium apiformis*, sésie apiforme.

Lépidoptère ressemblant à une guêpe, dont la chenille creuse de longues galeries dans le bois du tronc. Lutte identique à celle de la grande saperde.

6) *Cossus cossus*, Cossus gâte-bois.

Lépidoptère gris dont la grosse chenille rouge peut causer des ravages importants car les galeries peuvent avoir 15 millimètres de diamètre et un mètre de longueur. Certaines chenilles atteignent 12 cm de longueur. Odeur désagréable. Écoulement abondant de sciure irrégulière et de sève.

Recouvrir les plaies d'élagage de *liqueur de Chavastalon* (mélange en parties égales d'une solution de bichromate de potasse à 6 % avec une solution de sulfate de cuivre à 6 %) — Carbonyleum à 50 % sur l'écorce — Allumettes insecticides antitarlo — Injection d'un mélange de naphte et de sulfure de carbone et obstruction du trou au mastic. Sur un mètre, badigeonner base du tronc à la glu ou d'un mélange épais de bouse de vache et d'argile.

7) *Chrysomélides.* Il y a lieu de citer :
Melasoma populi (chrysomèle du peuplier),
Melasoma tremulae (chrysomèle du tremble),
Phillodecta vitellinae (chrysomèle du saule),
Agelastica alni (chrysomèle de l'aune).
Attaquent le feuillage — Dégâts rarement graves — Aisément détruits par des pulvérisations de D. D. T., de H. C. H. ou d'esters phosphoriques.

8) *Stilnoptia salicis*, liparis du saule ou bombyx du saule.

Papillon blanc argenté, abdomen jaune-brun, pattes noires — Chenille noire avec des taches jaunes (à la fin de l'attaque, si les taches deviennent blanches, il faut arrêter la lutte, si on la fait, car les chenilles sont alors ichneumonées). Pulvérisations par produits de synthèse si les arbres atteints sont de petites dimensions ou en pépinière, mais souvent il suffit de laisser agir les ennemis naturels (Ichneumons surtout).

9) En pépinière, on a parfois des dégâts importants de la chenille d'un Lépidoptère *Dicranura vinula*, très vorace, proie facile pour les oiseaux et les parasites ; souvent peu abondantes ; à détruire après la récolte qui est aisée.

10) Les peupliers et les saules sont parfois attaqués par des fausses chenilles de la famille des Tenthredinidae qui peuvent être très nuisibles ; le plus fréquent est *Trichiocampus viminalis* dont les larves ont dix paires de pattes, sont jaunes à tête noire avec des taches noires sur les anneaux ; situées à la face inférieure des feuilles, elles les rongent régulièrement en relevant fréquemment la partie antérieure du corps. Très sensibles au H. C. H. et au D. D. T

11) Parmi les Aphidae, j'ai constaté des attaques très importantes de *Cladobius populeus* dont les abondantes colonies ont causé de graves dégâts à de

jeunes peupliers et aussi en pépinière. Ils ont été facilement éliminés par des pulvérisations de nicotine ; on préconise maintenant les esters phosphoriques.

12) Les jeunes plantations sont exposées aux attaques des *lapins*, surtout lors des hivers rigoureux ; il faut les détruire au fusil ou même les piéger.

Plus graves — j'ai constaté une attaque sur plus de cinquante hectares de jeunes plantations en 1934 — sont les invasions du campagnol, surtout le petit campagnol souterrain *Pitymus subterraneus* ; ce rongeur pullule souvent après un assainissement assez poussé et est généralement la conséquence de la destruction des mordants par le titulaire de la chasse.

J'ai utilisé les bulbes de scylles et le *virus de Danyz* ; ce dernier produit a été le plus efficace ; j'en avais imprégné de l'avoine aplatie placée dans des tuyaux de drainage répartis dans toute la plantation.

Malgré cette lutte, qui s'est avérée efficace, j'ai eu plusieurs centaines de plants détruits, les racines et le collet ayant été entièrement rongés.

Le *brocard* (chevreuil mâle) peut occasionner, lorsqu'il est abondant, des dégâts de frotture considérables.

B) *Maladies dues à des facteurs inorganiques.*

Le peuplier est très sujet à la *gélivure*, fente radiale du tronc allant de l'extérieur vers l'intérieur, la forte teneur en eau du bois occasionnant des réactions irrégulières lors du gel et du dégel, surtout si ce dernier phénomène est rapide.

Il est bien difficile d'éviter cet accident qui semble toutefois n'atteindre que des arbres jeunes ayant moins d'un mètre de circonférence à 1,50 m du sol. Préconiser l'allongement de la révolution du taillis s'il y en a un.

C) *Maladies causées par des champignons et des bactéries.*

1) Les rouilles dont la plus fréquente en Belgique est *Melampsora laricis populina*, se caractérisent par l'apparition surtout au début d'août, de pustules orangées abondantes à la face inférieure des feuilles qui se dessèchent rapidement et tombent dès le quinze août. Il en résulte une diminution de l'activité physiologique du végétal et un manque d'aoûtement des jeunes pousses qui sont détruites par les gelées hâtives. Cette rouille semble attaquer tous les peupliers noirs hybrides en pépinière ou dans la jeunesse ainsi que les peupliers baumiers qui sont les plus menacés. Il n'y a pas de moyen de lutte efficace ; on préconise des pulvérisations répétées de bouillie bordelaise en été, mais j'ai dû abandonner ce traitement parce que trop onéreux.

2) Les *chancres* constituent de loin les ennemis les plus redoutables de cette essence ; et, bien qu'il y ait plusieurs types de chancre, on peut les réunir car tous doivent être combattus par un seul et même moyen : la *sélection variétale* en tout premier lieu combinée avec l'élimination de l'eau stagnante et la suppression de l'acidité du sol.

Que le chancre soit *bactérien* ou *nectrien*, jamais en trente ans je n'ai vu

un *robusta*, un *marilandica* ou un *serotina* atteint, ni un *brabantica* indemne ; pour le *regenerata* et les baumiers, il est très rare qu'ils résistent et j'ai trop peu observé le *gelrica*, que je crois réfractaire, pour prendre position.

3) *Le Dothichiza populnea* est à l'heure actuelle le cauchemar du planteur de peupliers ; c'est une maladie particulièrement redoutable, d'autant plus que nous ne possédons pas de moyen de lutte curatif certainement efficace.

L'attaque est rendue visible par l'apparition de taches brun clair de dimensions variables qui se localisent aux points d'insertion des branches, sur celles-ci ou sur la tige.

Ces taches sont déprimées, deviennent noires et, se développant, finissent par entourer toute la tige qui meurt au-dessus de cette attaque circulaire ; à la fin de l'évolution, l'écorce se soulève, démasque parfois un bois coloré, nécrosé et, si elle persiste, desséché, se couvrant de pustules noires (pycnides).

Je considère la maladie comme une *maladie de jeunesse* qui attaque les sujets plantés récemment bien que je croie avoir décelé des attaques sur des sujets de dix ans et plus.

Le *Dothichiza* a causé certaines années de tels ravages dans beaucoup de pays qu'il est étudié activement un peu partout. En Belgique, son attaque a causé de véritables désastres si bien qu'il a donné lieu à des enquêtes officielles et a amené la publication, par le Ministère de l'Agriculture, d'une notice qui peut être obtenue gratuitement sur simple demande à l'Administration des Eaux et Forêts, à Bruxelles.

J'en extrais quelques principes de lutte préventive que je fais miens.

D'abord les conditions météoriques semblent avoir une influence énorme si bien qu'il y a des années à *Dothichiza*, années que je crois pouvoir caractériser par une *entrée en végétation très lente* combinée avec une *humidité atmosphérique élevée* et des *alternances de chaleur et de froid*.

Citons :

a) Éviter dans la fumure un *excès d'azote* sous forme rapidement active ;

b) Lors des travaux de pépinière ou de plantation, *protéger les sujets* contre l'action nuisible et desséchante des vents et du soleil (couverture et mise en jauge) ;

c) Lutter contre l'infection et la propagation en diminuant au maximum la *production de plaies* ; supprimer la taille et l'élagage en pépinière et les premières années suivant la plantation ;

d) *Réduire au maximum le temps* s'écoulant entre l'extraction en pépinière et le repiquage ou la plantation ; en principe, extraire le matin, planter l'après-midi ;

e) *Tremper* les boutures pendant 48 heures dans l'eau de pluie avant la mise en place (1) ;

---

(1) Afin d'activer, d'augmenter et de régulariser l'entrée en végétation des boutures,

f) En cas d'attaques répétées, remplacer le *Populus robusta* par le *Populus serotina erecta* qui semble plus résistant ;

g) *Pulvériser à la bouillie bordelaise* à 2 % un peu après la chute des feuilles pour désinfecter les traces foliaires ;

h) Il semble également, d'après des expériences récentes mais encore à contrôler, que l'incorporation de *100 grammes de borax par plant,* à la terre de plantation, joue un rôle préventif ;

i) Veiller au maintien du *pH entre 7 et 8* ;

j) En pépinière, je fais des essais de pulvérisations avec *l'eau de Javel* commerciale, produit qui paraît plus ou moins efficace.

VII. — Les jeunes plants et leur obtention.

1°) *Source.*

On peut acheter des plants à des spécialistes, pépiniéristes de confiance, qui assurent la garantie variétale, mais on peut aussi les produire soi-même, ce qui a le seul désavantage de devoir attendre 2 ou 3 ans avant d'avoir des sujets bons à planter, mais est aussi un procédé sûr et économique bien qu'exigeant déjà des connaissances plus étendues et des soins plus importants.

A mon avis, la création d'une pépinière privée ne se justifie que si l'on a besoin durant plusieurs années successives d'une certaine quantité de plants à moins que l'on ne dispose d'un coin de jardin convenable et inoccupé.

2°) *Choix des boutures.*

Choisir des rejets d'*un an,* bien vivants, à écorce et bourgeons bien sains, bien lignifiés : soit dans la cime d'arbres abattus ou sur le tronc (branches gourmandes ; dans ce cas, l'émondage est reporté après l'hiver au lieu de la période habituelle des canicules).

Éviter les rejets de souches surtout ceux de vieilles souches, souches qui sont toujours un réservoir pour les maladies surtout les rouilles et les insectes, notamment les chrysomélides et les xylophages.

Pour une pépinière expérimentale que j'avais créée, je puisais mes boutures chaque année dans un champ de têtards spécial à sol bien ameubli et copieusement fumé car cette production est très épuisante.

Prélever les boutures en mars, les sectionner sur 6 ou 8 yeux dont 4 ou 6 seront enfoncés en terre et 2 dépasseront de terre (Ce sont donc des morceaux de branches dont les deux extrémités sont taillées en biseau, ayant de 0,25 à 0,30 m de longueur et un doigt de grosseur).

Les mettre en terre à 0,20 m dans la ligne, 0,60 m entre les lignes et choisir le plus beau des deux rejets si les deux bourgeons hors de terre sont entrés tous les deux en végétation.

---

j'ai effectué à deux reprises des essais de trempage dans des solutions d'hormones de croissance en faisant varier l'hormone choisie et la durée d'immersion.

J'ai obtenu un résultat assez inattendu : le meilleur résultat (homogénéité de croissance et rendement de sujets en vie) a été obtenu par un trempage de 48 heures dans l'eau de pluie !

Après un an, on obtient un jet de plus ou moins 1,60 m de haut que l'on transplante à 1 m × 1 m en quinconce ; on les laisse encore deux ans en place de façon à obtenir à 3 ans des plants de 3 à 4 m de haut et de 0,10 à 0,16 m de circonférence à 1 m du sol (Les arbres se mesurent à 1,50 m du sol et les plants à 1 m).

Je ne suis pas partisan de l'utilisation de boutures entières ni du recépage rez-sol après la première année, opération qui fait perdre un an, occasionne une crise au végétal, surtout si le recépage s'accompagne d'une transplantation des sujets recépés.

Toutefois, j'ai pu éviter cette pratique au début parce que je m'étais spécialisé exclusivement dans la production du *robusta* ; dans la suite, ayant introduit la culture du *gelrica* et du *serotina erecta*, j'ai dû recourir au recépage — les racines étant laissées en place —, ce procédé me donnant des plants beaucoup plus droits, plus réguliers et de beaucoup plus bel aspect.

Je ne suis pas partisan non plus de la mise en place directe de *plançons*, grandes boutures de 3 à 4 mètres, et pourtant j'ai constaté la parfaite réussite de ce procédé qui a donné des peuplements remarquables dans la région de St Nicolas-Waes, mais où la plantation se faisait sur une terre très ameublie (travail d'au moins 1 m^3 de terre) et le plançon était ancré solidement dans le sol.

3°) *Création d'une pépinière.*

a) *Qualités du sol.*

a. Fertilité aussi grande que possible.

b. Frais, meuble, perméable, profond, propre, non pierreux.

c. Riche en humus.

d. Éviter les sols trop secs, trop marécageux, trop compacts, trop sales ou sujet à l'enherbement.

e. Terrain plat ou pente légère.

b) *Engrais à l'Ha pour 3 ans de pépinière.*

Fumier bien décomposé	50.000 kg	
Scories basiques	1.500 kg	} incorporés lors du labour ou du hersage.
Petits chlorures de potassium ..	1.000 kg	}
Nitrate de soude	300 kg	: en couverture avec un binage.

La fiente d'oiseaux est à éliminer parce que toxique.

Quand le fumier manque, on peut le remplacer par une culture tous les trois ans de légumineuse (*sidération*) : le lupin jaune annuel donne les meilleurs résultats ; utiliser 120 kilos de graine hollandaise à l'hectare ; faucher et enfouir à la fin de la floraison et avant la production de graines.

Le *purin* est excellent, mais il faut compléter son action par l'apport de matières organiques : une prairie retournée par exemple ou une céréale (seigle surtout) fauchée et enfouie à 20 cm de profondeur.

Si les boutures languissent au *printemps*, 100 kg à 200 kg de nitrate de soude en couverture, ou mieux de nitrate de chaux et de nitrate d'ammoniaque à enfouir par un binage.

Préférer toujours les engrais à *action lente et basique* et les petits chlorures de potasse aux sels plus concentrés à cause des éléments mineurs qui ont un rôle certain sur la croissance des jeunes plants.

Au *mois d'août* de chaque année, l'épandage en couverture d'une faible dose de potasse (100 à 200 kg de petits chlorures à l'Ha) est souhaitable et ce pour l'action certaine et efficace de la potasse dans la stimulation de la lignification des jeunes plants et, partant, pour leur résistance aux maladies.

c) *Rôle de la transplantation entre la 1ère et la 2ème année.*

Assurer le développement d'un chevelu abondant et ramassé au collet en évitant la formation de racines trop longues, placer les plants à un écartement optimum et profiter de ce travail pour supprimer les fourches et défauts, pour éliminer les organes endommagés ou froissés et rétablir l'équilibre entre l'appareil aérien et l'appareil radiculaire.

Lorsque la pépinière doit durer un certain temps, il faut recourir à un assolement ; j'ai adopté le procédé suivant :

A) *Champs de bouturage* :

1ère année — boutures à 0,20 m sur 0,60 m.
2ème année — trèfle ou luzerne — 2 récoltes fauchées puis enfouissement.
La surface est donc divisée en deux soles.

B) *Production de plants* :

1ère année — plants de 2 ans à 1 m sur 1 m.
2ème année — plants de 3 ans à 1 m sur 1 m.
3ème année — culture de pomme de terre hâtive.

— Après la 3ème année, application de la chaux et des engrais au labour ou enfouissement par un hersage.

— Pour la chaux, appliquer 1.500 kg de chaux éteinte par unité de pH au-dessous de 7,7.

— Chaque année *binages fréquents* au motoculteur.

— La surface est donc divisée en trois soles.

VIII. — La plantation.

La plantation se fait en trous creusés à la bêche ayant 0,70 × 0,70 × 0,60 m, trous assez grands pour enfouir les racines sans les courber ou les briser. Maintenir l'arbre bien droit, mettre la terre la plus riche mélangée aux engrais en contact avec les racines, bien tasser cette terre en commençant à l'extérieur de la fosse de plantation vers l'intérieur, *bien caler le plant.* Lutter contre l'action des vents violents en renforçant le calage du plant par des gazons placés au pied.

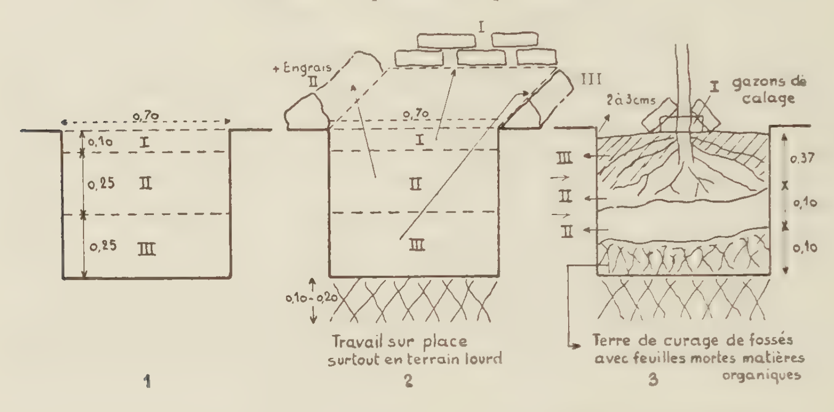
Par plant j'utilise en *mélange à la terre de plantation*, mélange parfait

1 kg de scories basiques 14/16,
500 grammes de petits chlorures de potasse,
200 grammes de nitrate d'ammoniaque,
100 grammes de borax.

Planter théoriquement pendant toute la *période de repos de la végétation*, de novembre à fin mars, avec arrêt lors des fortes gelées ou neiges ; mais je préfère l'ouverture des trous en octobre-novembre et la plantation en mars suivant ; je crois, par ce système, freiner les attaques du *Dothichiza.*

Planter en quinconce à une distance de 7 à 8 m en tous sens, ce qui nous donne de 170 à 200 pieds à l'Ha.

Schéma de plantation préconisé.



— 1 et 2 s'effectuent *en novembre*, 3 *en mars* de l'année suivante.

— La chaux est épandue en couverture, sur toute la surface *avant* l'ouverture des trous de plantation. (1.500 kg par unité de pH en dessous de 7 par Ha).

— Le point *capital* est de bien caler les plants ; je crois en effet que bien peu de racines obtenues en pépinière subsistent et ont un rôle d'absorption ; il se crée quantité de nouvelles racines très tendres que les mouvements de la tige peuvent rompre ; les vieilles racines servent donc à mon avis presque exclusivement à fixer le plant et à le maintenir ; ce fait expliquerait la réussite de l'utilisation des plançons dans la région de St Nicolas-Waes.

Pour les *plantations d'alignement, notamment en bordure de prairies*, il est parfois nécessaire d'utiliser des tuteurs et même des corselets de protection « Ursus » contre le bétail ; c'est efficace mais onéreux.

De même, en terrain très humide, la plantation, selon croquis n° 3, doit être surélevée de 0,20 à 0,30 m ; on peut alors manquer de terre de recouvrement, mais on dispose de la terre provenant de l'ouverture des fossés d'assainissement ; le boisement sur semblables sols mouilleux ne pouvant se concevoir qu'après *élimination de l'eau en excès et neutralisation de l'acidité.*

Tous les essais effectués à ce jour au moyen du peuplier en plantations serrées prévoyant des éclaircies postérieures ont été des échecs : le peuplier qui a été serré ne reconstitue pas sa cime et les produits d'éclaircie sont sans valeur.

De plus en plus, on préconise, et nous sommes de cet avis, pour la plantation du peuplier et particulièrement en sol argileux compact, *l'emploi d'explosifs* avant l'ouverture des trous de plantation.

A l'emplacement du plant, on fore au moyen d'une barre d'acier, un trou de 1,50 m de profondeur ; on y introduit une ou deux cartouches de 100 gr d'explosif « brisant » amorcé d'un détonateur ou serti sur une mèche Bickford de 1,20 m (cette mèche brûle de 1 cm par seconde), le tout est tassé *très fortement* au moyen d'un mélange de terre et d'engrais.

On fissure ainsi 2 à 3 m^3 de terre ; le prix de revient est de 12 à 15 fr par plant, prix qui est, selon moi, largement compensé par une croissance beaucoup plus forte des peupliers (Expériences en cours).

En terrain nu et prairie, prendre des plants de 2 ans ; en terrain à forte végétation parasitaire ou pour plantations de bordure ou d'alignement, préférer les plants de 3 ans.

IX. — Les soins d'entretien.

a) *L'éclaircie.*

J'aborde ici un point de la culture du peuplier qui me tient particulièrement à cœur et qui m'a valu bien des critiques, car qui dit éclaircies possibles dit également plantation serrée.

En 1936, en effet, jeune planteur de peupliers — je n'avais à cette époque que dix ans de pratique — je publiais dans ces mêmes « Annales de Gembloux » une note préconisant les plantations serrées et j'entreprenais à cette époque des expériences sur des distances de plantation allant de 3 à 5 mètres d'écartement. Je n'ai pu suivre ces expériences qui furent, paraît-il, un échec, mais je me demande si les éclaircies nécessaires ont été bien conduites et effectuées opportunément.

L'éclaircie, tout forestier le sait, est l'opération de base de toute sylviculture rationnelle, mais c'est aussi celle qui exige le plus de connaissances, de doigté et d'expérience ; elle m'a valu bien des mécomptes.

J'en suis donc revenu à l'écartement minimum de 7 m sur 7 m, en quinconce, soit environ 200 pieds à l'Ha, avec la pratique — conséquence directe — des élagages que j'aurais voulu arriver à réduire ou même supprimer par des plantations serrées, mais l'élagage naturel du peuplier est difficile sauf pour le *robusta.*

Je me basais pour la création de plantations serrées, sur ce que l'on arrive à réaliser avec l'épicéa et le pin sylvestre où l'on part respectivement de 4.500 et 10.000 plants à l'Ha pour arriver en terme d'exploitation à quelque 100 à 200 arbres exploitables.

Mais l'épicéa est une essence d'ombre et le pin sylvestre exige la création d'un sous-étage ; de plus, tous deux supportent mieux l'état serré que le peuplier qui, *essence de lumière type,* déteste tout voisinage qu'il ne tolère absolument pas.

En cas de plantation serrée, l'éclaircie devra donc être très hâtive ; elle devra être réalisée dès que l'accroissement en diamètre fléchit, sans autre cause apparente que l'état de massif qui devra toujours être insuffisant, les couronnes de deux arbres voisins devant rester distantes de 0,10 m à 0, 20 m.

La réalisation pose deux problèmes :

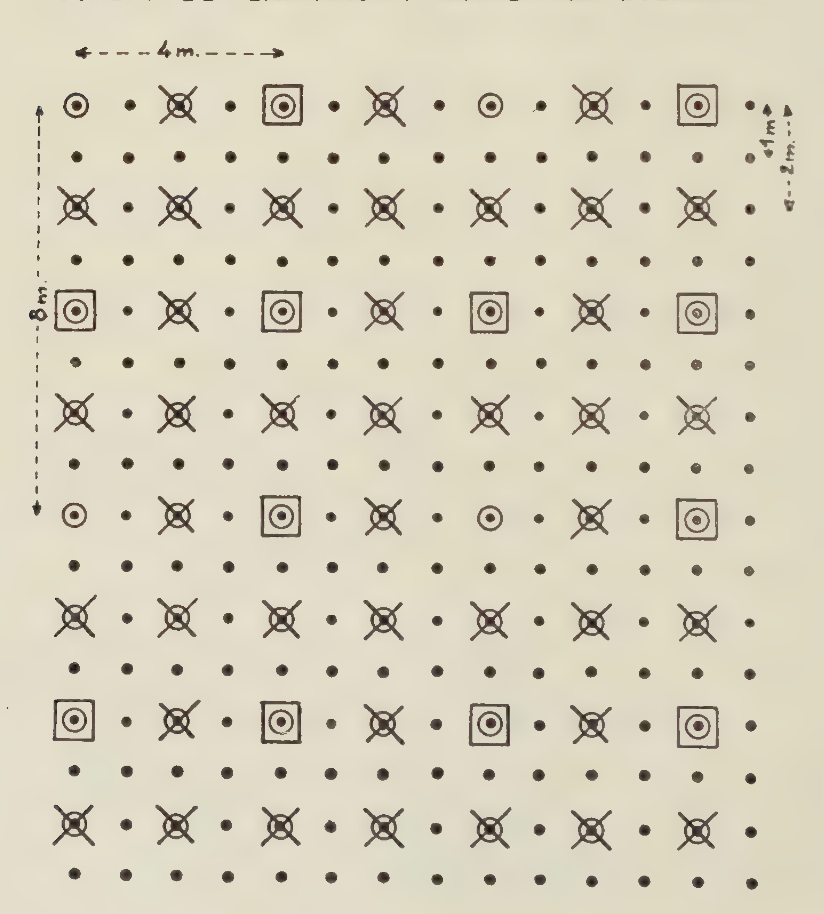
a) *augmentation énorme des frais de boisement* ; ainsi en plantant à 2 mètres de distance, il faut 2.500 plants dont 2.300 doivent être éliminés par les éclaircies progressives ;

b) *utilisation des produits intermédiaires* de petites dimensions ; la fabrication des panneaux comprimés paye un prix dérisoire, ainsi que la pâte à papier qui n'utilise que très peu le bois de peuplier à fibre trop courte et en le mélangeant à la pâte de résineux à fibre longue.

En résumé, toute la question gravite autour de l'obtention pour les produits d'un prix qui soit suffisamment rémunérateur pour compenser le surcroît de dépenses.

Je compte créer l'expérience suivante :

Supposons — cas le plus fréquent — une mauvaise prairie à convertir en peupleraie.



A) *En novembre*

1) Épandage de l'*amendement calcaire*, 1.500 kg de chaux éteinte par unité de pH en-dessous de 7,7.

2) *Labour* en plein à au moins 0,25 m de profondeur.

3) Épandage de fortes doses *d'engrais*, savoir : 1.500 kg de scories basiques, 1.000 kg de petits chlorures de potasse, 300 kg de nitrate d'ammoniaque.

4) Deux hersages croisés.

B) *En mars de l'année suivante* : plantation de 2.500 peupliers, en ⊙, en boutures enracinées de 1 an et de 7.500 aunes (1/2 glutineux et 1/2 blancs) (Les peupliers sont à 2 m × 2 m et les aunes intercalés en ●).

C) *Après 4-5 ans*, première éclaircie : on coupe rez-sol les plants ⊗ qu'on laisse repousser ; on conservera 3-4 rejets par cépée ; exploitation des aunes.

D) *Après 4-5 ans*, deuxième éclaircie qui exploite les rejets qui ont repoussé de ⊗ et coupe rez-sol les sujets |⊙| que l'on va à leur tour exploiter en cépée de 3-4 rejets ; exploitation des aunes.

E) *Dans la suite, tous les 4 ou 5 ans*, exploitation des rejets de souche et des aunes. Mais il faut assurer un débouché économique aux produits et, de plus, le découvrement brusque et régulier des troncs ne va-t-il pas exposer les sujets conservés jusqu'à fin d'exploitation à la gélivure ?

Signalons que le peuplier aime beaucoup être planté sur un taillis d'aunes ; il gagne par cette association 1 cm de croissance en circonférence par an ; l'aune blanc est surtout favorable car il assimile l'azote de l'air par ses mycorhizes.

Je crois que les produits d'éclaircie de petites dimensions pourraient recevoir bien des utilisations qui justifieraient leur production massive à condition de :

1) *les sécher*, car, frais, le bois de peuplier peut contenir jusqu'à 200 % d'eau ; séché à l'air il n'en renferme plus que 15 % et a perdu plus de 80 % de son poids.

2) *les imprégner par trempage*, après séchage, dans un produit de préservation tel que le pentachlorphénol mélangé au D. D. T.

b) *L'élagage.*

Est l'enlèvement de branches mortes ou vives dans la cime des arbres. *L'ablation des branches mortes* est absolument indispensable ; cette opération évite l'incorporation du bois mort dans le tronc, source de pourriture éventuelle.

L'enlèvement des branches vives doit, à mon avis, se diviser en deux :

a) *Élagage de relèvement* qui, enlevant progressivement les branches inférieures de la cime, augmente artificiellement le fût ; c'est une opération rendue nécessaire pour suppléer à l'absence d'élagage naturel, conséquence logique des plantations à fort écartement.

b) *Élagage d'aération* qui élimine des branches vives de la cime pour diminuer la densité de celle-ci et ne se justifie qu'exceptionnellement pour supprimer

une fourche (dans le jeune âge), corriger un vice de forme ou éviter le danger que peut présenter vis-à-vis du vent un houppier trop épais à l'extrémité du long bras de levier que constitue le fût.

Quoi qu'il en soit et bien que le peuplier supporte très bien l'élagage, c'est toujours une opération *dommageable* qui enlève au végétal les éléments vitaux que sont les feuilles en créant des plaies, sources possibles d'infections ultérieures ; nous l'appellerons « *un mal parfois nécessaire* ».

Il faut réduire au maximum les inconvénients de l'élagage en se conformant aux quelques principes suivants :

1. N'élaguer que des *arbres jeunes* ;
2. N'enlever que des branches de *diamètre réduit*, pour que le bourrelet de recouvrement recouvre la plaie en un an ; donc, ne pas dépasser 7 cm de diamètre ;
3. Élaguer souvent, *répéter fréquemment l'opération* et enlever peu de branches à la fois ;
4. Opérer *rez-tronc* sans toutefois blesser l'écorce de la tige ;
5. Utiliser des *instruments bien tranchants* laissant une plaie bien nette, aisée à recouvrir ; si on utilise la scie, rendre la plaie bien lisse à la hache ;
6. Couper les branches en les *entaillant par le dessous* pour éviter l'arrachage de l'écorce par la chute ;
7. Opérer pendant le *repos de la végétation* en arrêtant le travail pendant les grands froids qui rendent le bois gelé très cassant ;
8. Proscrire l'ascension sur les arbres au moyen de *crampons* qui laissent des blessures dans le bois ; utiliser des échelles légères télescopiques (type de Nancy) ou des appareils tels que le « baumvelo » ;
9. *Badigeonner les plaies* au moyen d'un antiseptique puissant : créosote — carbonileum — pentachlorphénol — liqueur de Chavastalon ;
10. Ne pas faire intervenir les branches dans le *salaire des élagueurs* ;
11. Faire surveiller et diriger le travail par un *chef d'équipe restant au sol*, qui se rend compte beaucoup mieux de l'opportunité de l'ablation d'une branche.

On peut résumer la technique de l'élagage de relèvement comme suit :

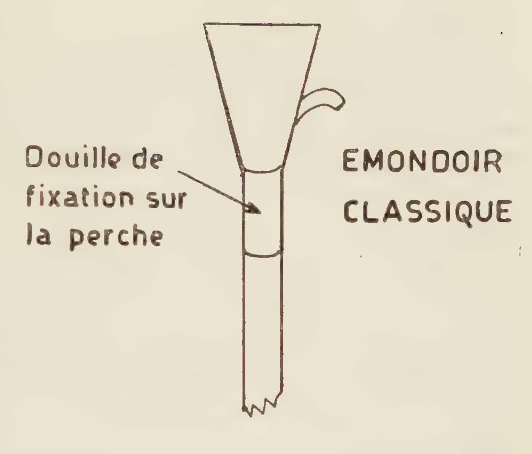
1. Ne faire aucun élagage avant 5 ans de plantation ;
2. De 5 à 10 ans : 1/3 de la hauteur de l'arbre en fût et 2/3 en cime ;
3. De 10 à 15 ans : 1/2 de la hauteur de l'arbre en fût et 1/2 en cime ;
4. De 15 à 25 ans : 2/3 de la hauteur de l'arbre en fût et 1/3 en cime.

c) *L'émondage.*

C'est l'enlèvement des branches gourmandes qui poussent sur le tronc, branches qui sont dues au développement de bourgeons proventifs à la suite de l'éclairage trop intense ou trop faible du tronc ou en réaction d'un élagage exagéré.

Opération toujours nécessaire, à effectuer le plus rapidement possible ; faire le travail pendant la période caniculaire, entre le 15 juillet et le 15 août, au moyen de perches munies d'un émondoir et éviter d'entamer l'écorce.

Il existe un nouveau type d'émondoir très recommandé : c'est *l'émondoir à marteau* qui permet l'ablation de branches importantes par chocs successifs.



X. — Rendement.

Pour simplifier les calculs, nous adoptons une exploitation à 26 ans, ce qui nous permet, en capitalisant à 5 %, de considérer que le capital initial doit être multiplié par 3,5. Mes chiffres se rapportent à la situation en 1956 ; ils doivent être adaptés au cours du jour car il y a hausse pour plusieurs postes.

I. *Plantation en futaie.*

A. *Dépenses* :

1) Achat d'un Ha de terrain = 40.000 fr, soit à 26 ans
en capitalisant à 5 % (coefficient 3,5) 140.000

2) Plantation de 170 peupliers à 8 m en tous sens, soit
170 peupliers à l'Ha :

a) achat	....	20,— fr
b) plantation	....	5,— fr
c) épandage : 1 kg de scories 14-16	....	1,50
500 gr de petits chlorures	....	0,50
200 gr nitrate d'ammoniaque	....	1,—
		28,— fr

D'où 28 fr de plantation par peuplier.

$28 \times 170 = 4.760$, soit 5.000 fr

Capitalisé à 5 % 17.500

Report : 157.500

3) Nous ferons trois élagages (jusqu'à 10 ans : rien), à savoir : à 14, à 18 et à 22 ans.

En les prenant à 8 fr en moyenne, nous avons 24 fr à capitaliser pendant 18 ans ;

Coefficient de capitalisation à 5 % = 2,4 soit 57,60 fr, soit
en arrondissant 60 fr par arbre 10.200

Dépense totale : 167.700 fr

4) Nous considérons que les frais de gardiennat sont couverts par le droit de chasse.

B. *Recettes* :

1) Notre terrain à sa valeur de départ .... 40.000 fr

2) Nous considérons une perte de 10 arbres pour causes imprévues (vents, orages, gibier) ; il nous reste 160 peupliers de 26 ans qui auront 1,70 m de circonférence, 20 m de fût et 5 de défilement, soit un cube unitaire de 2,5 m³.

Soit 400 m³ de bois :

dont 70 % de bois de déroulage, soit 280 m³ à 700 fr le m³ 196.000

30 % de bois de sciage, soit 120 m³ à 400 fr le m³ 48.000

Recette totale : 284.000 fr

D'où on obtient un bénéfice net de 116.300 fr ; soit un bénéfice annuel de 4.500 fr à l'Ha, le capital ayant fonctionné à 5 %.

Remarquons :

1) Les frais d'abatage sont couverts par les branches.

2) Si l'on introduit un *taillis d'aunes*, il faut compter la plantation de 3.000 aunes glutineux à 500 fr le 1.000, soit une dépense supplémentaire à l'Ha de 1.500 fr pour l'achat et 1.000 fr pour la plantation, soit 2.500 fr qui sont compensés par la vente des taillis qui sont exploités à 13 ans. Dans le cas le plus défavorable, cette plantation d'aunes qui est à préconiser même si le taillis ne se vend pas, amènerait une diminution de recettes de 8.000 fr sur le total de 116.300 fr, soit un bénéfice de 108.000 fr. Cette diminution de recettes est compensée par une augmentation de croissance et une propreté plus forte des troncs.

II. *Plantation en bordure d'une prairie.*

A. *Dépenses* :

1) Plantation de 50 peupliers à 28 fr pièce = 1.400 fr capitalisé à 5 % (coefficient 3,5) .... 4.900 fr

2) Élagage : 60 fr par arbre (taux de capitalisation 5 %) 3.000

Dépenses : 7.900 fr

B. *Recettes* :

1) Perte de 10 arbres : il reste 40 arbres à 3 m³ = 120 m³, soit

60 m³ de bois de déroulage à 700 fr .... 42.000 fr

60 m³ de bois de sciage à 400 fr 24.000

Recettes : 66.000 fr

Soit un bénéfice net : 58.000 fr, soit annuellement 2.000 fr, ce qui compense largement la perte en foin ou en pâturage.

Si le fermier autorise son propriétaire à effectuer semblable plantation, celui-ci devrait lui consentir une diminution de 1.000 fr de loyer à l'Ha.

Le calcul peut encore se faire d'une autre façon :

Supposons une moyenne de taux de capitalisation du fonds de 2,5 % — ce qui nous donne (car 5 % est exagéré comme rente du sol) :

Rente du sol pendant 26 ans	76.000 fr
Frais de plantation : 5.000 fr à 5 % pendant 26 ans	17.500
Élagages : 8 fr pièce × 170 = 1.360 fr	
1er élagage à 14 ans : 1.360 fr à 5 % pendant 12 ans	2.454
2me élagage à 18 ans : 1.360 fr à 5 % pendant 8 ans	2.012
3me élagage à 22 ans : 1.360 fr à 5 % pendant 4 ans	1.645
	99.611 fr

soit en chiffres ronds : 100.000 fr.

L'abatage de la plantation à 26 ans donne une rentrée de 284.000 fr. D'où, récupération faite des sommes avancées, lesquelles ont rapporté 5 % (à part le fonds qui fonctionne au taux normal de 2,5 %), il reste un supplément de bénéfice de 184.000 fr.

Remarquons l'avantage de ce système sur l'assurance-vie où il faut décaisser tous les ans la prime.

On peut aussi rechercher ce que devient le capital investi :

Achat du terrain	40.000 fr
Frais de plantation	5.000
Frais d'entretien	5.000
	50.000 fr

qui donnent à 26 ans un revenu de 284.000 fr, soit un placement de l'ordre de 6,5 à 7 % !

Également, le terrain en question pourrait se louer 1.200 fr l'an, soit pendant 26 ans : 31.200 fr ; ne capitalisons pas l'intérêt — qui se retrouvera en bois ; de même pour les frais de plantation et d'entretien qui s'élèvent au total à 10.000 fr. Ici, le capital investi et le manque à gagner (location du terrain) nous donnent un total annuel de 71.200 fr.

Lors de la mise à blanc, ce capital est devenu 284.000 fr ; il a donc fonctionné à plus de 8 % !

XI. Clef de reconnaissance des peupliers en pépinière de 1 a 4 ans.

L'extrémité du rameau d'un an de fin avril à commencement septembre est :

I. Rouge foncé	*Serotina :*	Peu de branches latérales. Nervure principale verte.
	Regenerata erecta :	Partie (moins que la 1/2) inférieure de la nervure principale rougeâtre. Beaucoup de branches latérales.
II. Vert	*Marilandica.*	

III. Rouge verdâtre *Regenerata.*

Pétiole et nervure principale verte.
Lenticelles rondes avec quelques linéaires.
Bourgeons très petits.

Gelrica.

Nervure principale verte.
Lenticelles rondes avec quelques linéaires.
Aile de la tige peu développée — un peu de branches latérales.
Couleur gris verdâtre du rameau, sauf à sa partie supérieure qui est rouge verdâtre.

Missouriensis.

Lenticelles surtout linéaires.
Aile plus développée et plus dure.
Moitié inférieure nervure principale rouge.

Robusta.

Lenticelles moins nombreuses et à la fois rondes et linéaires.
Ailes moins développées et moins dures que chez *Missouriensis.*
Moitié inférieure nervure principale rouge.

Serotina erecta.

Nervure principale verte.
Aile brune.
Lenticelles surtout rondes.

Conclusion.

Je crois avoir prouvé que l'homme qui, au cours de sa vie, aura planté des peupliers, s'il n'a pas comme nos savants modernes disséqué l'atome, ni comme nos grands artistes atteint la perfection du beau, aura du moins en faisant fructifier son capital, aidé l'humanité en lui fournissant du

« BOIS ».

Remarque. — Il y a lieu de noter que le calcul du rendement financier qui a été établi dans mon texte, l'a été dans un but nettement didactique, donc plutôt à titre exemplatif, car plusieurs de ses données sont relativement variables selon l'allure du marché des bois et des conditions de la station qui sont sous la dépendance des divers éléments des facteurs économiques.

L'ampérométrie. Méthode d'analyse

par

Paul NANGNIOT,
Assistant à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux.

I. PRÉLIMINAIRES.

Dans les méthodes ampérométriques, le courant qui pour une f. e. m. convenable traverse une solution, est mesuré en fonction du volume du réactif titrant. Le point final de la titration est trouvé graphiquement par intersection de deux droites donnant le changement de l'intensité du courant avant et après le point équivalent.

Le nom de « titration polarographique » et de « titration polarométrique » a été proposé, mais le terme de titration ampérométrique est de loin le plus utilisé dans la littérature spécialisée.

II. APPLICATION DES COURBES DE POLARISATION A L'INTERPRÉTATION DES MÉTHODES AMPÉROMÉTRIQUES.

La figure 1 représente une cellule d'électrolyse comprenant deux électrodes de platine poli de grande surface, une batterie d'accumulateurs de deux ou quatre volts et un potentiomètre à contact coulissant au moyen duquel il est possible d'appliquer à la cellule une f. e. m. variable. Les deux électrodes plongent dans une solution diluée en ions Pb^{2+} (1.10^{-3} ou 1.10^{-4} M par exemple), et contenant une grande quantité d'électrolyte indifférent (KCl ou KNO_3), c'est-à-dire non réductible dans les conditions de l'expérience.

On applique entre les deux électrodes une différence de potentiel croissante et on mesure, au moyen du galvanomètre G, le courant qui traverse la solution. Les valeurs fournies par le galvanomètre G sont portées en graphique en fonction de la f. e. m. appliquée entre les électrodes (voir figure 2).

Jusqu'au point A le courant qui traverse la cellule est à peu près nul. En A, le potentiel de décomposition des ions Pb^{2+} est atteint, leur réduction commence à se réaliser à la cathode et le courant commence à traverser la solution. Au-delà du point A, le courant augmente fortement avec l'accroissement de la f. e. m. appliquée et, dans des conditions idéales d'agitation, on obtient une droite AB, dont la pente est donnée par la loi d'Ohm. En réalité, l'appauvrissement en ions Pb^{2+} au voisinage immédiat de la cathode, provoque, quelle que soit l'énergie de l'agitation, une polarisation de concen-

tration plus ou moins importante, qui se traduit sur la graphique de la figure 2 par une incurvation plus ou moins prononcée de la droite AB (courbe AC).

Remplaçons maintenant les électrodes de platine par les électrodes classiques utilisées en polarographie ; à savoir, une électrode de référence au calomel jouant le rôle d'anode impolarisable et une électrode à gouttes de mercure utilisée comme cathode. Appliquons entre ces deux électrodes plongeant dans le milieu contenant des ions Pb^{2+}, une f. e. m. croissante. Les phénomènes restent initialement ce qu'ils étaient dans le cas des deux électrodes de platine ; mais ici, à partir d'un certain potentiel A', l'intensité du courant ne varie plus, la polarisation de concentration est à son maximum et le nombre d'ions Pb^{2+} qui arrive à la cathode par le seul fait de la diffusion (le courant de migration étant supprimé par la présence de l'électrolyte indifférent) est exactement égale au nombre d'ions Pb^{2+} qui subissent la réduction dans le même temps.

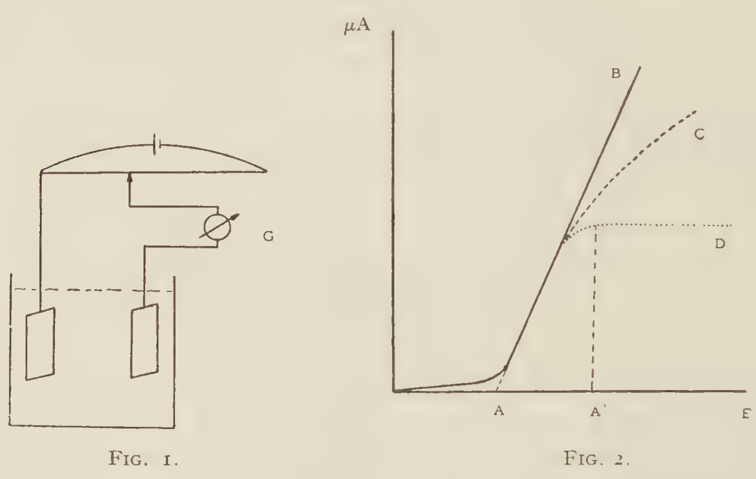


Fig. 1. Fig. 2.

Ce courant maximum a reçu le nom de courant de diffusion et est proportionnel à la concentration en ions Pb^{2+} de la solution.

Si, maintenant, on établit entre les deux électrodes une différence de potentiel telle que le courant de diffusion des ions Pb^{2+} soit atteint, puis que l'on provoque la précipitation de ces ions par des ions CrO_4^{--} par exemple, le courant diminuera en fonction de l'addition des ions CrO_4^{--}, jusqu'à atteindre la valeur du courant résiduel, très proche de zéro ; le point final de la titration correspond à cette valeur. Au-delà de ce point, le courant augmente par suite de la réduction des ions CrO_4^{--}.

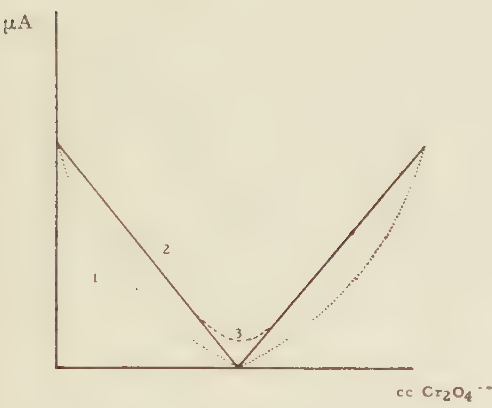
En pratique, il suffit dans la plupart des cas, de déterminer par quelques mesures, avant et après le point équivalent, la valeur de l'intensité du courant qui traverse la solution, en fonction du volume de réactif ajouté (voir figure 3). L'allure de la variation du courant, avant et après le terme, est représentée par deux branches de droite.

Bien entendu, les valeurs des courants lus au galvanomètre doivent être affectées d'un coefficient de correction faisant intervenir la dilution de la solution à analyser par le réactif.

On utilise dans ce dessein, la relation suivante :

$$i \text{ corrigé} = i \text{ mesuré} \times \left(\frac{V + v}{V}\right)$$

V = volume initial de solution.
v = volume de réactif ajouté au cours de la titration.



1. Courbe théorique obtenue sans application du facteur de dilution.

2. Courbe théorique modifiée par application du facteur de dilution.

3. Courbe expérimentale.

Fig. 3.

Il est d'ailleurs recommandé, pour éviter un effet de dilution trop prononcé, d'employer des solutions titrantes dix à vingt fois plus concentrées que les solutions à titrer. De plus, par suite de la solubilité non négligeable du chromate de plomb, il existe, au terme, à côté de $PbCrO_4$ des ions Pb^{2+} et CrO_4^{--}. La présence de ces ions provoque, aux environs du point équivalent, une déviation de l'allure strictement rectiligne des deux parties de droite de la figure 3. Heureusement, avant le terme, les ions Pb^{2+} en excès, provoquent par leur présence une forte diminution de la solubilité du chromate de plomb (influence d'un ion commun). Cette circonstance favorable permet de définir graphiquement le terme par extrapolation des deux parties linéaires de la courbe. Cette façon de procéder n'est pas applicable en potentiométrie, car dans cette méthode, les lectures de potentiels effectuées avant et après le terme ne peuvent en aucune manière servir à l'apprécier.

III. Types de réactions utilisées en ampérométrie.

Il faut remarquer, avant d'entamer ce paragraphe, que la mise au point d'un titrage ampérométrique demande avant toute chose la connaissance parfaite du comportement polarographique de tous les ions qui interviennent dans la réaction que l'on se propose d'utiliser.

Il est impossible de mener à bien un titrage de cette espèce sans cette étude préalable (1).

On peut en principe déterminer ampérométriquement le terme des réactions suivantes :

a. Réactions de précipitation.
b. Réactions d'oxydo-réduction.
c. Réactions acide-base.
d. Réactions de formation de complexe.

En pratique, seul l'emploi des réactions de précipitation et des réactions d'oxydo-réduction est d'un usage courant.

Différents cas peuvent se présenter, suivant que le corps réduit ou le réactif titrant sont réductibles ou non dans les conditions de l'expérience.

1. *Le corps titré est électroréductible et le réactif ne l'est pas.*

Exemple : titration d'un sel de plomb par un oxalate.

La variation du courant en fonction du nombre de cc de réactif ajouté est donné par la figure 4.

Le courant ne varie plus au-delà du point équivalent.

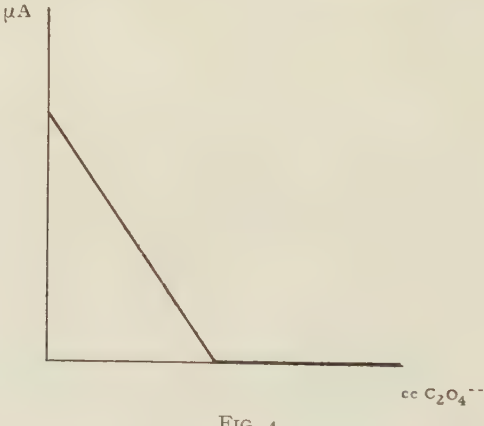


Fig. 4.

2. *Seul le réactif est électroréductible.*

Exemple : titration inverse de la précédente, le sel de plomb étant utilisé comme réactif. Un courant ne commence à traverser la solution qu'à partir du moment de l'apparition d'un excès d'ions Pb^{2+} (voir figure 5). On obtiendrait une courbe similaire en titrant les ions plomb par le bichromate et en appliquant entre les deux électrodes un potentiel de -0,25 volt S. C. E. A ce potentiel, les ions Pb^{2+} ne sont pas réduits, mais bien les ions $Cr_2O_7^{--}$.

(1) Voir P. Nangniot. La polarographie, outil du chimiste et du physicien. *Annales de Gembloux* (3[me] trimestre 1956).

3. *Le corps titré et le réactif sont tous deux électroréductibles.*

Exemple : titration de Ni^{2+} par la diméthylglioxime. Titration de Pb^{2+} par $Cr_2O_7^{--}$, le potentiel appliqué étant -0,8 volt (voir fig. 6).

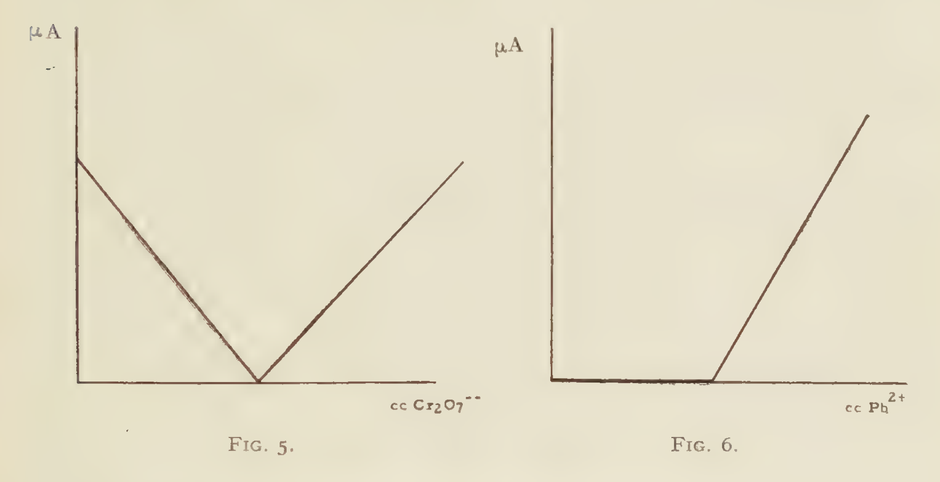


Fig. 5. Fig. 6.

4. *Changement de sens du courant au point équivalent.*

a) Le corps titré est un anion oxydable et le réactif un cation réductible au potentiel choisi.

Exemple : titration d'un iodure par une solution de Hg $(NO_3)_2$. L'allure de la courbe est donnée par la figure 7.

En effet, au potentiel choisi pour effectuer la titration, les ions I^- sont oxydés à l'électrode à gouttes (ou à l'électrode de platine) et les ions Hg^{2+} sont réduits. L'oxydation des ions I^- donne lieu, au sein de la solution, au passage d'un courant en sens inverse de celui qui naît lorsque les ions Hg^{2+} sont réduits.

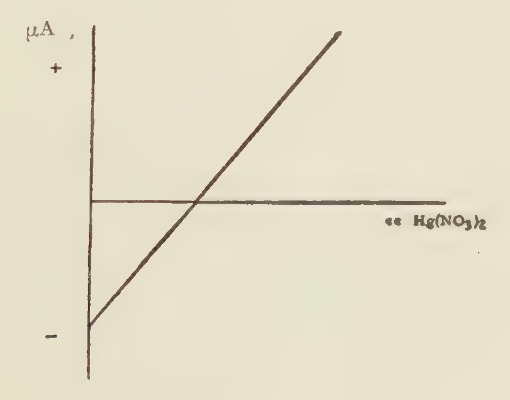


Fig. 7.

Or, les courants provoqués par un phénomène de réduction sont dirigés en sens inverse des courants, dérivant d'un phénomène d'oxydation (Généralement, dans les travaux polarographiques, les courants cathodiques sont affectés du signe + et les courants anodiques sont affectés du signe —). Au cours de la titration, la disparition des ions I se traduit par une diminution de leur vague d'oxydation. Au point équivalent, la dernière trace d'iodure disparaît de la solution et le courant devient nul. Au-delà du terme, les ions Hg^{2+} en excès sont réduits et le courant qui dérive de cette réduction est dirigé en sens contraire de celui dont l'existence vient de cesser avec celle des ions I^-.

Le point équivalent est donné par l'intersection avec l'axe des abscisses de la droite représentative de la variation de courant au cours de la titration.

b) Réactions d'oxydo-réduction.

Exemple : titration d'un sel titaneux par un sel ferrique en milieu tartrique.

Les courbes de polarisation (figure 8) de Fe^{3+}, Ti^{3+} et Ti^{4+} permettent de comprendre aisément que la courbe de titration d'un sel titaneux par un sel ferrique est identique à celle de la figure 7.

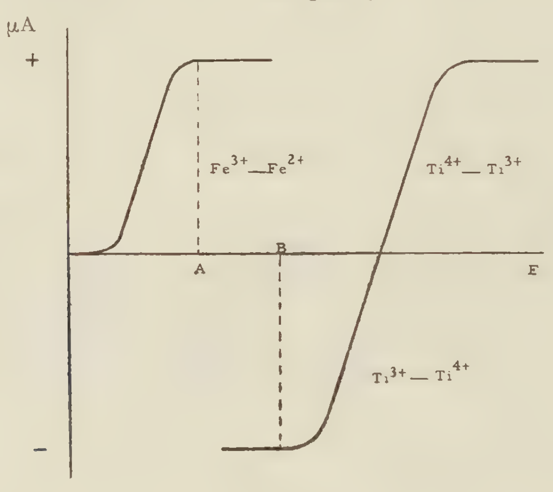


Fig. 8.

A un potentiel plus positif que B, on atteint le palier de diffusion de la vague d'oxydation anodique $Ti^{3+} \rightarrow Ti^{4+}$; à un potentiel plus négatif que A, le palier de diffusion de la vague de réduction $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$. L'expérience sera donc conduite à un potentiel compris entre A et B. Au moment où la dernière trace de sel titaneux disparaît de la solution, le courant, négatif jusqu'alors, atteint une valeur nulle puis devient positif par suite de l'apparition des ions Fe^{3+} en excès qui se réduisent immédiatement à la cathode.

IV. Technique et appareillage.

On peut, suivant la nature des réactions mises en jeu, utiliser des montages qui, dérivant tous du même principe, sont susceptibles de simplifications très

intéressantes. Les principaux systèmes rencontrés peuvent se grouper en trois catégories :

a) *emploi d'un dispositif polarographique avec une électrode indicatrice à gouttes de mercure et une électrode de référence.*

L'électrode à gouttes de mercure est souvent remplacée par une micro-électrode tournante de platine, constituée par un fil de platine de deux à trois millimètres de longueur soudé dans un tube en verre.

La vitesse de rotation doit être maintenue constante pour obtenir une relation linéaire entre le courant de diffusion et la concentration. On peut également utiliser une électrode de platine stationnaire, mais le courant de diffusion obtenu avec une électrode tournante est beaucoup plus grand et atteint immédiatement une valeur constante.

Les conditions expérimentales sont moins rigoureuses qu'en polarographie. Il n'est pas nécessaire de travailler en thermostat, du moment que les fluctuations de t° en cours de titrage sont peu importantes ; on évitera de ce fait de toucher avec les mains le vase contenant la solution à titrer. On sait en effet, que le coefficient de diffusion des ions varie environ de 1,5 % par degré de température.

Comme en polarographie, il est le plus souvent nécessaire d'éliminer l'oxygène dissous dans la solution à titrer et dans le réactif. L'élimination de l'oxygène est assurée par barbotage d'un courant d'azote ou d'hydrogène dans la solution pendant quinze minutes ; puis, pendant deux minutes après chaque addition de réactif. Ce barbotage permet de se dispenser d'un agitateur.

Il existe des montages abondamment décrits dans la littérature spécialisée, qui permettent la conservation et l'introduction, en l'absence d'air, des réactifs dans la cellule d'analyse.

Si la substance à titrer est électroréductible, on ajoute suffisamment d'électrolyte-support pour éliminer le courant de migration. Si la substance n'est pas réductible mais que le réactif l'est, l'addition d'un milieu de base n'est généralement pas nécessaire, à la condition que la quantité d'électrolytes fournie au cours de la titration soit suffisante pour éliminer le courant de migration qui pourrait se former au-delà du point équivalent. L'addition d'un milieu de base est également inutile quand on se contente de mesurer le courant aux environs du point équivalent.

L'addition d'un suppresseur de maximum tels que la gélatine, le tyllose ou le Triton X-100 est nécessaire dans de nombreux cas. Les colorants utilisés dans le même but en polarographie sont à éviter dans les titrations ampérométriques en raison de coprécipitations possibles.

Si les caractéristiques polarographiques des réactifs en cause ne sont pas connues, il est tout d'abord nécessaire de les établir avant d'engager ces composés dans une titration ampérométrique.

Au début de la titration, on choisit la f. e. m. de telle manière que le courant de diffusion de la substance à titrer, du réactif, ou des deux ensemble, soit atteint.

On peut suivre les variations de courant en cours de titration au moyen du dispositif d'enregistrement automatique d'un polarographe, ou, plus simplement, au moyen d'un polaromètre, appareil non enregistreur, qui permet de suivre la variation de courant au moyen du déplacement d'un spot lumineux sur une échelle.

b) *Méthode du Dead-Stop End Point* (Foulk & Bawden).

L'appareillage nécessité par cette méthode est très simple ; il suffit d'une batterie d'accumulateurs (une simple pile sèche peut aussi convenir), d'un rhéostat, d'un galvanomètre sensible (0,5 μA par division p. ex.) et de deux électrodes identiques de platine brillant. On applique une très faible différence de potentiel entre les deux électrodes ; pour que le courant passe et fasse dévier l'aiguille du galvanomètre, il faut qu'il y ait simultanément dépolarisation anodique et cathodique, ce qui explique l'exiguité du champ d'application de cette méthode.

Elle est surtout utilisée pour la détermination très exacte du terme des réactions iodométriques et, à ce titre, a été employée avec succès dans la détermination de la teneur en eau au moyen du réactif de Karl Fischer (ce réactif est constitué par une solution d'iode et d'anhydride sulfureux dans le méthanol et la pyridine anhydres ; en présence d'eau, l'iode se transformant en iodure oxyde l'anhydride sulfureux en acide sulfurique).

Le mécanisme des réactions « dead-stop » peut se comprendre sans difficulté si l'on considère, par exemple, le titrage d'une solution d'iode en présence d'iodure par le thiosulfate. On se trouve en présence des deux systèmes oxydo-réducteurs :

$$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^- \quad (1)$$

$$2S_2O_3^{--} - 2e \rightleftharpoons S_4O_6^{--} \quad (2)$$

Seul le système (1) est réversible. Plongeons dans une solution contenant le système (1) deux électrodes de platine brillant entre lesquelles nous appliquons une différence de potentiel de 10 à 15 mV. A l'anode, s'effectue la réaction d'oxydation des anions I^- ; à la cathode, l'iode élémentaire est transformée en iodure. Les électrodes sont dépolarisées et l'aiguille du galvanomètre indique le passage d'un certain courant. Si on ajoute du thiosulfate, l'iode est réduit, et transformé en iodure. Au terme, la dernière trace d'iode disparaît, la réaction cathodique ne peut plus avoir lieu puisque les ions $S_4O_6^{--}$ ne sont pas réductibles ; la cathode se polarise et l'aiguille du galvanomètre revient brusquement à sa position zéro. Si l'on dose une solution de thiosulfate par l'iode, on observe les phénomènes inverses.

c) *Ampérométrie simplifiée.*

Le montage est réduit au minimum ; on n'utilise pas de source extérieure de courant, les deux électrodes, constituées de métaux différents, étant reliées directement aux bornes d'un galvanomètre sensible. Les systèmes bi-métalliques les plus utilisés actuellement sont :

1 : Le système platine-tungstène, où l'électrode de tungstène joue le rôle d'électrode impolarisable.

Il est utilisé par exemple, dans la bromatométrie de l'oxine. Au terme, la présence d'une trace de brome en excès, provoque une brusque déviation de l'aiguille du galvanomètre. En pratique cependant, étant donné la lenteur de la réaction de bromuration de l'oxine, le brome est ajouté en excès et titré en retour par une solution d'acide arsénieux.

2 : Le système platine-argent où l'argent joue le rôle d'électrode impolarisable.

Ce système est utilisé dans le dosage des ions Mn^{++} par $KMnO_4$. L'électrode de platine n'est dépolarisée qu'à partir du moment où la solution contient des ions MnO_4^- en excès.

Notons que la détection ampérométrique du terme du titrage d'une solution manganeuse par le permanganate, est infiniment plus aisée que par le procédé titrimétrique classique.

V. Applications.

Les méthodes ampérométriques étendent considérablement le champ d'application des méthodes polarographiques. De nombreuses substances qui ne fournissent pas d'onde polarographique ou qui donnent lieu à l'apparition d'une onde défectueuse, peuvent être déterminées ampérométriquement si elles peuvent réagir avec une substance réductible ou oxydable à l'électrode à gouttes de mercure.

La liste suivante illustre à suffisance l'enrichissement apporté par l'ampérométrie au champ déjà vaste de la polarographie :

Titration des sulfates par un sel de plomb
» de Mg^{2+} par la 8-oxyquinoléine
» des phosphates { par l'uranylacétate / par l'oxyperchlorate de bismuth
» de Ca^{2+} par l'acide picrolonique.
» des chlorates par $TiCl_3$.
» des fluorures par le nitrate de thorium ou le nitrate de lanthane.

La précision des méthodes ampérométriques justifie également leur emploi dans le dosage de substances caractérisées par de bonnes vagues cathodiques ou anodiques.

Exemples : dosage de :

Cu^{2+} par la salicylaldoxine ou l'α-benzoïnoxime
Co^{2+}, Cu^{2+} Pd^{2+} par l'α-nitroso-β-naphtol
Cu^{2+} et Zn^{2+} par l'acide quinaldinique
Cd^{2+} par la naphtoquinone
K^{+} par la dipicrylamine
Cl^{-} par $Hg_2(NO_3)_2$
dosage de : α -tocophérol par $AuCl_3$
de : Br^-, I^-, CN^- et des mercaptans par $AgNO_3$.

VI. Avantages et désavantages des titrations ampérométriques.

a) *Avantages.*

1. Des solutions très diluées (1.10^{-5} M) peuvent être titrées avec une grande précision.

2. Des substances qui ne fournissent pas d'onde polarographique peuvent être déterminées indirectement, si elles réagissent avec des composés réductibles à l'électrode à gouttes de mercure.

3. La présence d'électrolytes étrangers, si préjudiciable à la précision des titrations conductométriques, est nécessaire dans les titrations ampérométriques pour éliminer le courant de migration.

4. La possibilité d'utiliser des réactions génératrices de précipités à haut produit de solubilité, assure aux méthodes ampérométriques une incontestable supériorité sur les méthodes potentiométriques.

5. La rapidité et la précision des mesures sont de loin meilleures qu'en polarographie.

6. L'appareillage est beaucoup plus simple qu'en polarographie ; il est inutile d'exercer un contrôle rigoureux de la température et de connaître les caractéristiques du capillaire.

b) *Désavantages.*

1. Les méthodes ampérométriques, sont, comme les méthodes volumétriques ordinaires, sujettes aux erreurs de volume, coprécipitation, adsorption, etc ...

2. Il n'est pas toujours possible de trouver un réactif approprié à l'élément à doser.

3. La présence d'un excès de substances étrangères qui n'interfèrent pas avec la réaction de titration, mais qui donnent un courant de diffusion au potentiel choisi pour exécuter la titration, diminuent fortement la précision de la mesure du terme de la réaction, car les changements relatifs de courant deviennent, dans ces conditions, beaucoup moins importants.

Gembloux.
Laboratoire de Chimie analytique (Prof. P. Martens).
Mai 1957.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. G. Charlot et D. Bézier. *Méthodes électrochimiques d'analyse.* Masson et Cie, Paris, 1954.
2. G. Duyckaerts et G. Michel. *Méthodes physiques de chimie analytique.* Société Coopérative de l'A. E. E. S., 1951.
3. J. Heyrovsky. *Polarographie.* Springer Verlag, Wien, 1941.
4. I. M. Lolthoff et J. J. Lingane. *Polarography.* 2 vol. Interscience Publ., N. Y., 1955.
5. L. Meites. *Polarography.* Interscience Publ., N. Y., 1955.
6. C. R. N. Strouts, J. H. Gilfillain et H. N. Wilson. *Analytical chemistry,* (vol. II). Oxford. At the Clarendon Press, 1955.
7. M. von Stackelberg. *Polarographische Arbeitsmethoden.* Walter de Gruyter, Berlin, 1950.

Les pâturages dans les montagnes tropicales

par

J. Papadakis,
Ingénieur agronome Gx.,
Chef-expert du projet de Puno (Pérou) de la Mission Andine des Nations-Unies.

1. Sous les tropiques, les hautes altitudes constituent les régions les mieux appropriées à la production de lait et de bonne viande. Plusieurs causes y contribuent. Climatiquement, ce sont les seules où peuvent croître les graminées et légumineuses pluriannuelles cryophiles (*Festuca*, *Bromus*, *Trifolium*, *Medicago*, etc.). Au point de vue édaphique, les sols peuvent être superficiels (bien qu'il y ait aussi des terres profondes), mais ils sont jeunes, et par conséquent les carences minérales y sont moins fréquentes. Les conditions sanitaires y sont meilleures pour le bétail ; enfin, les températures modérées rendent la collecte du lait hygiénique et son travail plus facile.

2. Le haut plateau de Puno se trouve à une altitude comprise entre 3.800 m (niveau du lac Titicaca) et 5.995 m (hauteur des sommets les plus élevés). On y cultive la pomme de terre, l'orge, le quinua (*) etc., jusqu'aux environs de 4.100 m, ce qui permet de couvrir les besoins alimentaires de la population locale s'élevant à un million d'habitants. Mais, comme il y gèle et grêle en plein été, l'agriculture est aléatoire et on ne peut guère espérer l'améliorer beaucoup. C'est essentiellement une contrée d'élevage et c'est sur ce dernier qu'on doit fonder le développement économique de cette région et le passage de son agriculture de subsistance à une économie commercialisée qui conduira à l'intégration des autochtones à l'économie et à la culture nationales. Comparativement aux 100.000 ha emblavés annuellement, on compte, dans le département de Puno, 5.000.000 ha de pâturages.

3. Les conditions économiques du Pérou se prêtent bien au développement de la production de viande et de produits laitiers ; les prix sont élevés et les importations, actuellement de l'ordre de douze millions de dollars par an, augmentent rapidement par suite du développement économique accéléré et de l'urbanisation rapide du pays.

(*) *Chenopodium quinoa* Wild., espèce cultivée dans les montagnes andines (Pérou, Bolivie, Équateur) pour ses graines à albumen farineux.

4. Il y a lieu de noter que sur les 44.000 km ^{2} que représente le haut plateau de Puno, 26.500, c'est-à-dire 60 p. c., sont des plaines (« pampas »). Les collines même sont couvertes de végétation et rares sont les endroits fortement accidentés et dénudés.

Ces faits expliquent la grande extension des herbages qui couvrent, y compris ceux des pentes orientales des Andes, approximativement cinq millions d'hectares. Ces mêmes conditions favorisent les communications ; quoique les routes ne soient pas toujours en très bon état, elles sillonnent tout le pays et l'usage du camion s'est généralisé.

5. La végétation consiste en graminées cespiteuses (*bunch grasses*) entre lesquelles croissent des herbes de petite taille. Les premières, dont les tiges se lignifient rapidement, ne sont pas appétées du bétail qui ne les consomme qu'en cas d'extrême pénurie ; même durant la saison humide, elles sont pratiquement jaunes. Les petites graminées sont plus tendres. Une telle végétation, pauvre en légumineuses, ne convient guère à la production de foin. Aussi, au cours de la période non pluvieuse, mai à novembre, le bétail ne dispose-t-il que d'herbes desséchées.

Dans de telles conditions, la seule spéculation animale possible est la production de laine. On compte environ sept millions de moutons et un million d'alpagas (*Auchenia paco*) ; la laine de ces derniers, localisés dans les parties les plus élevées, se vend plus cher que celle des moutons qui, eux, se rencontrent partout. Quant à la viande, elle est séchée et vendue à des prix dérisoires.

En saison, on complète l'alimentation des bovins, au nombre de 450.000, avec de la « totora » (*Scirpus riparius*) et des algues qui croissent dans les lacs.

6. L'étude écologique et économique de la région nous a amené à conclure que la pauvreté des pâturages n'est pas due aux conditions écologiques, mais à des causes phylogénétiques et historico-économiques.

L'élevage des pays à été frais (Europe occidentale, Nord des États-Unis, Canada méridional, Nouvelle-Zélande, etc.) est basé sur les graminées et légumineuses cryophiles (*Phleum, Festuca, Bromus, Poa, Lolium, Agropyrum, Trifolium, Medicago*, etc.). Toutes ces plantes sont originaires de l'Eurasie. Les autres continents n'ont pratiquement fourni aucune espèce pluriannuelle utilisée en grand dans les prairies artificielles des régions à été frais. Tous les essais de sélection effectués jusqu'ici n'ont donné que peu de résultats pratiques et la diffusion des variétés améliorées est insignifiante.

L'expérience de l'agriculture mondiale montre que les herbages naturels de ces continents ne peuvent servir qu'à un élevage extensif ; pour engraisser du bétail et, *a fortiori*, pour produire du lait, il faut établir des prairies artificielles avec des espèces d'origine eurasiatique, ou recourir aux cultures fourragères annuelles beaucoup plus coûteuses. Dans ces conditions, il n'y a rien d'étonnant à ce que les pâturages naturels du haut plateau des Andes ne puissent servir qu'à un élevage extensif ; cela ne signifie d'ailleurs pas que

le milieu écologique s'oppose à l'établissement d'herbages artificiels. On se demande alors pourquoi, jusqu'ici, rien n'a été fait dans ce domaine sur le haut plateau de Puno. La chose peut être expliquée sur la base de considérations historiques et économiques. Aux États-Unis, Canada, Nouvelle-Zélande, etc., il y a eu, durant le dernier siècle, une affluence d'émigrants, originaires de l'Europe occidentale et accoutumés aux prairies artificielles. Pareille immigration n'a pas eu lieu dans la région de Puno. Peut-être les Espagnols auraient-ils pu introduire la luzerne comme ils l'ont fait à Arequipa, à peu de distance de Puno. Mais il paraîtrait que les variétés cultivées au Pérou, même celle de « alta sierra » sont sensibles aux gelées, et on doute qu'elles puissent s'adapter sur le haut plateau.

De plus, facteur important, il n'y a à Puno aucun frigorifique. Les bœufs, pour arriver à Lima, font un long voyage à pied, par chemin de fer et bateau, durant lequel ils perdent beaucoup en poids et qualité. La viande de mouton est séchée et vendue à des prix dérisoires. En général, les prix de la viande n'atteignent, à Puno, que le tiers de ceux pratiqués à Lima.

D'autre part, il n'y a aucune laiterie, ce qui empêche le développement de la spéculation laitière ; de même l'absence de production de lait s'oppose à l'établissement de laiteries ; seul le marché du lait en nature, pourrait briser ce cercle vicieux, mais il est insignifiant. Dans ces conditions, la production de bonne viande et de lait n'offre aucun intérêt économique. Seules, ces spéculations justifient la création de prairies artificielles rentables, ce qui explique l'absence de ces dernières sur le haut plateau de Puno.

La situation actuelle dans cette contrée est comparable à celle de l'Argentine avant l'introduction du frigorifique. La « panpeana » argentine, actuellement la plus importante région luzernière du monde, ne cultivait pratiquement pas cette légumineuse avant l'introduction du frigorifique, quoi qu'elle ait été introduite bien avant au Chili et exploitée en Argentine occidentale. A cette époque, la viande y était salée, séchée et vendue à bas prix pour l'alimentation des Noirs de Cuba et du Brésil ; comme, en outre, il n'y avait pas de laiteries, les agriculteurs ne jugeaient pas intéressant d'établir des luzernières. La principale industrie animale était la production de laine, laquelle ne nécessite pas et ne paye pas la conversion de pâturages naturels en prairies artificielles. Alors qu'on s'était beaucoup occupé de l'amélioration des races de moutons, celle des herbages avait plutôt été négligée ; la situation était identique à celle qui se présente actuellement sur le haut plateau de Puno. Ce n'est que lors de la valorisation de la viande par le frigorifique, que la luzerne a pris une grande extension dans la région pampéenne et le développement parallèle de l'agriculture y a beaucoup aidé. Bien que l'Argentine soit une des meilleures régions du monde pour la production laitière, cette industrie n'y a pris que tardivement une grande extension.

7. L'essai direct constitue sans aucun doute le meilleur moyen de se rendre compte avec certitude de la possibilité de la culture sur le haut plateau de

Puno, des graminées et légumineuses couramment employées pour la création des prairies artificielles dans les pays à été frais.

Cependant, avant d'entreprendre de telles expériences, il y avait lieu de procéder à l'étude écologique de la question. Celle-ci permet de ramener les problèmes à quelques points concrets, ce qui conduit à une planification et à une exécution des essais beaucoup plus rationnelle se traduisant par une économie sensible de temps et d'argent. L'écologie moderne permet *a priori* de résoudre, totalement ou partiellement, pas mal de questions. Grâce à elle, il est possible aussi de profiter d'observations et de données expérimentales incomplètes ou isolées, qui ne sont d'aucune utilité avec les autres méthodes.

Naturellement, il n'y a aucune similitude entre le climat du haut plateau de Puno et celui de l'Europe occidentale ou du Nord des États-Unis ; leur structure est tout à fait différente. Néanmoins, deux climats peuvent être entièrement distincts et, malgré cela, satisfaire tous deux aux exigences écologiques d'une certaine espèce ; tous les pays où se cultivent le blé, le maïs, la luzerne ou l'eucalyptus, par exemple, ne présentent pas des facteurs climatiques similaires.

Sur le haut plateau de Puno, l'année se divise en deux saisons : l'une, humide, qui va de décembre à avril, avec une petite période pluvieuse en octobre ; et l'autre, sèche, qui va de mai à novembre, avec une certaine interruption en octobre ; naturellement ces dates fluctuent quelque peu selon les années.

La saison des pluies est suffisamment humide pour qu'on puisse cultiver la pomme de terre, laquelle est plus exigeante en eau que les prairies artificielles. On cultive l'orge, qui nécessite plus de chaleur que ces dernières. La pomme de terre, bien fumée, donne des rendements de 10-15 t/ha, exceptionnellement 25. La production moyenne de l'orge, sans engrais, dépasse 1.000 kg/ha, valeur comparable à celle obtenue en Europe occidentale avant l'introduction des engrais et de l'agriculture intensive. L'avoine, bien fumée ou semée sur jachère cultivée ayant reçu une certaine quantité de fumier, produit 22 t/ha de fourrage vert, parfois 40. Tous ces faits montrent que la saison pluvieuse du haut plateau du Puno est suffisamment chaude et humide pour permettre une croissance satisfaisante des graminées et légumineuses cryophiles. Il faut noter que les gelées et grêles, fréquentes en plein été, détruisent quelquefois les récoltes de pommes de terre et d'orge, mais qu'elles sont bien moins à craindre dans le cas de cultures fourragères.

Comme les plantes des prairies sont pluriannuelles, il faut en plus qu'elles puissent survivre à la saison sèche, qui est aussi celle des fortes gelées (ciel particulièrement clair). A ce point de vue, la valeur moyenne des minima annuels de température n'est pas très basse sur le haut plateau : — 7°C à Salcedo (3.850 m d'altitude), — 16°C à Chuquibambilla (3.910 m), — 15°C à Imata (4.405 m). Par contre, au Minnesota, par exemple, où l'on cultive plusieurs graminées et légumineuses cryophiles, la moyenne des minima annuels est de — 32°C.

Sur le haut plateau, les nuits avec fortes gelées alternent avec des jours relativement chauds et très ensoleillés. Certains agronomes considèrent ces fluctuations de températures comme étant si pernicieuses, qu'elles suffiraient à elles seules, à exclure l'introduction de toute plante étrangère.

Nous ne partageons pas cette opinion. Pour une plante fourragère pluriannuelle, sa survivance est assurée par les racines. Quand l'amplitude diurne de température est grande, le froid ne pénètre pas aussi profondément dans le sol, que lorsqu'il règne de façon presque continue ; c'est pourquoi il doit moins endommager les racines. De plus, les jours ensoleillés et à température relativement élevée favorisent l'accumulation de sucres, et ceux-ci rendent les plantes plus résistantes aux gelées.

A notre avis, la sécheresse est, *a priori*, beaucoup plus à craindre. Aussi, y avait-il lieu de se demander si les légumineuses et graminées cryophiles pourraient résister à une période sèche de six mois, voire parfois plus longue. Il était malaisé de répondre directement à cette question. Sans doute, pour certaines espèces, *Agropyrum desertorum* par exemple, très résistantes à la sécheresse, pouvait-on donner une réponse affirmative, mais en était-il de même pour les légumineuses ?

Le manque d'eau ne constitue toutefois pas une calamité aussi générale que la gelée. Certaines terres, par suite de leur situation au pied d'une colline, de la présence d'une nappe aquifère peu profonde (1 à 5 m) ou encore du fait qu'elles sont irriguées, souffrent beaucoup moins de la sécheresse.

8. Les considérations qui précèdent ont été corroborées par les résultats d'expériences exécutées à Belén (Bolivie), Camacani (Pérou) et dans plusieurs fermes (« haciendas »). A Belén, les graminées *Avena elatior, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Lolium italicum, Dactylis glomerata, Agropyrum desertorum, Bromus inermis* ont donné, au cours de trois années, un rendement moyen de 6.158 kg/ha/an. Durant le même temps, quinze variétés de luzerne ont produit en moyenne 36.300 kg/ha/an de fourrage vert (trois coupes par an) et dix *Melilotus* et *Trifolium* quelque 19.400 kg.

Aucune des espèces sous expérience, qui n'étaient pas irriguées, n'a été tuée par l'hiver.

A Camacani, de nombreuses variétés de luzerne, semées en parcelles d'essais, croissent toutes très bien. Il en est de même de *Medicago lupulina* et *Trifolium pratense*, lesquels, après cinq ans, ne montrent pas de signes de vieillissement. Différents *Festuca, Bromus uniloides* et *Dactylis glomerata* végètent très bien. Les pois d'hiver et *Vicia villosa*, semés tardivement, passent très bien l'hiver.

Dans l'hacienda Hasacona, *Dactylis glomerata*, associé à la luzerne, *Trifolium pratense* et *Tr. repens*, croissent très bien avec irrigation. Certaines autres exploitations cultivent un peu de *Dactylis, Lolium*, etc.

Le point faible de tous ces essais réside dans le fait que Belén et Camacani, le second centre surtout, sont protégés des gelées et qu'à Camacani on irrigue un peu au cours de l'hiver. D'autre part, il s'agit partout d'expériences isolées.

Il y aurait lieu d'organiser et de réaliser un vaste réseau d'essais, sous des conditions écologiques les plus diverses possibles, seul moyen de résoudre les problèmes posés.

Un grand nombre de personnes, hautement qualifiées, soutenaient qu'elles avaient fait des expériences aboutissant à des résultats négatifs. Presque jamais, il est vrai, elles ne donnaient de précisions concernant le lieu, la date et les détails des essais ; mais, en tout cas, il fallait tenir compte de ces assertions.

Quand il s'agit d'introduire une nouvelle culture dans une région, une foule de questions préalables se posent : Comment obtenir une bonne germination ? Quelle est la meilleure époque de semis ? Comment éviter les mauvaises herbes ? Comment préparer le sol ? Quel doit être le meilleur mode de « management » à appliquer ? etc. Ces questions ne peuvent être résolues dans les stations expérimentales ; elles nécessitent la collaboration des agriculteurs et la prise en considération des observations effectuées par ces derniers.

9. En ce qui concerne les cultures fourragères annuelles, on cultive l'orge sur le haut plateau. A Ilave et Taraco, celle-ci sert avec la « totora » (*Scirpus riparius*), des algues et des mauvaises herbes récoltées dans les champs cultivés, à l'engraissement des bœufs des indigènes.

Chaque année, ceux-ci livrent approximativement 15.000 têtes au marché. Dans certaines haciendas, on cultive l'avoine qu'on ensile pour l'hiver : on la fume abondamment avec du « guano rico » (*), ou on la sème sur jachère cultivée enrichie à l'aide de fumier de mouton. L'étendue emblavée est minime, aussi l'avoine ne constitue-t-elle qu'un aliment d'appoint réservé aux bêtes de reproduction (« plantel »). L'aire totale consacrée aux espèces fourragères annuelles, parmi lesquelles ne figurent d'ailleurs aucune légumineuse, est de 20.000 ha, contre 5.000.000 de pâturages naturels.

10. Compte tenu des considérations exposées dans les paragraphes précédents, nous avons abouti, en janvier 1956, aux conclusions suivantes :

a) Pour développer sur le haut plateau de Puno et les pentes orientales des Andes (« ceja de la montana »), la production de viande et produits laitiers, pour lesquels il y a au Pérou un marché ample, favorable, et s'étendant rapidement, il faut établir des prairies artificielles.

b) Il est probable que les graminées et légumineuses cryophiles (*Festuca, Agropyrum, Bromus, Trifolium, Medicago*, etc.) puissent être cultivées sur le haut plateau. Pour certaines d'entre elles, comme *Agropyrum desertorum, Bromus inermis*, la chose peut être considérée comme certaine. Diverses variétés de luzernes (« Grimm », etc.) et *Trifolium hybridum* ont beaucoup de chances de réussir. Plusieurs autres espèces peuvent être essayées avec grandes probabilités de réussite.

(*) Contient 16 % d'azote, pour le quasi-totalité sous forme ammoniacale.

c) Pour introduire les prairies artificielles, il faut créer les conditions économiques favorables, susceptibles d'inciter les agriculteurs à les établir ; citons notamment :

1) Installation d'un frigorifique pour la viande. Celui-ci peut disposer directement de la matière première nécessaire à son utilisation économique. En effet, les 15.000 bœufs engraissés annuellement et les moutons « Corriedale », producteurs de laine et de viande et dont l'élevage est assez répandu, constituent un appoint momentanément suffisant, d'autant plus que le marché péruvien est peu exigeant.

2) Établissement de laiteries-pilotes. Celles-ci, en achetant le lait (avec une certaine perte au début, par suite des quantités réduites dont elles disposeront), vont pousser les agriculteurs à en produire davantage. Un gain quotidien de quelques soles constituera un stimulant puissant pour les femmes indigènes qui travaillent toute une journée pour un salaire de deux soles. L'augmentation progressive des exigences concernant la récolte hygiénique du lait, contribuera à éduquer peu à peu les agriculteurs. Les laiteries pourront mettre au point la production de fromages de qualité, qui obtiennent des prix très élevés sur le marché péruvien. Il faut noter à cet égard que les températures modérées du haut plateau (moyennes diurnes inférieures à 10° C, même en été) facilitent la collecte hygiénique du lait et la préparation de fromage.

d) Parallèlement aux réalisations énumérées ci-dessus, il faut entreprendre l'amélioration du bétail, du bétail laitier surtout, par l'insémination artificielle et par la distribution de crédits aux agriculteurs, afin de leur faciliter l'acquisition de vaches de valeur. Il faut noter qu'à l'hacienda San Antonio, à Chuquibambilla, la race « Holstein » donne une moyenne de 6 litres par jour, 1.350 par année, malgré le fait que l'alimentation est insuffisante et que les animaux passent la nuit en plein air, dans une région où la température nocturne descend sous zéro presque tous les jours de l'année (température minima moyenne de tous les jours de l'année : — 3° C et température minima annuelle moyenne : — 16° C). L'administrateur de cette hacienda, M. PRIME, estime que la construction d'un abri rudimentaire augmenterait la production de lait de 50 %. Le contenu en graisse fluctue entre 4 et 5 %.

11. Du programme qui vient d'être exposé, seuls les essais de plantes fourragères, ont été entrepris jusqu'ici. Cinq champs d'expériences dont un n'a pas réussi, ont été établis, avec des graines envoyées par la F. A. O. à des altitudes de 3.830, 3.850, 4.050 et 4.230 mètres ; un d'eux est irrigué ; le sol d'un autre est très sablonneux. Les agriculteurs ont semé un peu moins de 100 ha, en différents points avec des semences fournies par le Bureau International du Travail.

L'hiver 1956 fut des plus rudes sur le haut plateau. Quant à la sécheresse, elle a débuté en février, au lieu d'avril comme c'est généralement le cas, et continue toujours au moment où nous rédigeons cette note (en décembre, mois habituellement très pluvieux). En septembre-octobre, époque au cours de

laquelle on enregistre souvent quelques précipitations, on n'a pas observé la moindre goutte d'eau.

A la suite de cette sécheresse, toutes les cultures : pommes de terre, orge, quinua, etc. ont échoué, et l'on n'a pas pu semer pour 1957. Pour éviter la famine, le Gouvernement péruvien, avec l'aide de celui des États-Unis, a importé une grande quantité de vivres, ce qui n'avait jamais été fait auparavant sur le haut plateau de Puno. Les pâturages sont desséchés depuis mars ; un important pourcentage de bétail a dû être vendu, et l'on constate actuellement, époque de la naissance des agneaux, une grande mortalité parmi ceux-ci. Il paraîtrait qu'on n'a enregistré de telles sécheresses qu'en 1862 et 1905 ; celle de 1940 fut bien moins prononcée.

12. Il est intéressant de signaler qu'à Bvena Vista, au-dessus de la limite altitudinale des cultures, plusieurs graminées et légumineuses ont résisté au dernier hiver ; à citer en particulier : *Onobrychis sativa*, les luzernes « Ranger » et « Grimm », *Trifolium hybridum*, *Agropyrum desertorum*, *Bromus inermis*, *Festuca arundinacea* (« Kentucky 31 »). Il s'agissait de jeunes plantes semées tard (en janvier) et imparfaitement enracinées. De février (époque de la germination) jusqu'à décembre, il a gelé presque toutes les nuits ; on a enregistré, à Chuquibambilla, des températures de -23° C. Non seulement, les plantules n'ont pas été tuées, mais elles sont restées vertes tout l'hiver (ce champ est irrigué) ; au cours des derniers mois, à gelées moins intenses, elles se sont développées activement. Les très grands froids provoquent la flétrissure d'une partie des feuilles ; mais les gelées moins fortes ne provoquent pas de dégâts.

A Toroya, où l'altitude est encore supérieure, les minima de température plus marqués et les champs non irrigués, *Onobrychis sativa* a montré une bonne résistance ; *Bromus inermis*, *Agropyrum desertorum* et la fétuque « Kentucky 31 » se sont moins bien comportés. Il est à noter que les pois d'hiver ont peu souffert. Étant donné que cette espèce n'a qu'une résistance relative au froid, nous inclinons à croire que l'hiver, même de Toroya et au cours d'une année comme 1956, n'est pas tellement à craindre.

Si la culture de plusieurs graminées et légumineuses a échoué, la cause doit en être attribuée au fait que peu de graines avaient germé lors de la cessation des pluies et que ces dernières ont été suivies immédiatement de fortes gelées et d'une sécheresse très prononcée. Les résultats seraient probablement différents pour des plantes bien enracinées ; les pois, dont les semences sont relativement grosses et la première croissance rapide, ont eu le temps de développer leur système radiculaire et ont pu, de ce fait, résister au froid et à la pénurie d'eau.

13. A Camacani, à peine la germination terminée, les pluies ont cessé et n'ont pas recommencé jusqu'à présent (décembre), à l'exception de quelques précipitations très légères dernièrement. Un grand nombre d'espèces sont restées vertes tout l'hiver, et ont survécu à cette dure épreuve ; parmi celles-ci, il faut citer : *Onobrychis sativa*, les luzernes « Ranger » et « Grimm », *Medicago*

lupulina, Melilotus, Agropyrum desertorum, Bromus inermis, Festuca arundinacea (« Kentucky 31 »).

A Juli, on a semé un peu après l'interruption inattendue des pluies, sur un sol légèrement acide et composé de sable presque pur. Les luzernes « Ranger » et « Grimm », *Agropyrum desertorum* et *Bromus inermis* se sont cependant développés normalement, alors que toutes les autres espèces ont succombé, à l'exception de quelques pois d'hiver. *Onobrychis sativa* n'avait pas été introduit dans cet essai.

Dans les grandes emblavures, où les plantes fourragères avaient été cultivées en mélange avec des céréales, ces dernières ont encore accentué les effets de la sécheresse ; légumineuses et graminées ont disparu quelques mois après le semis. Néanmoins, quelques-unes d'entre elles ont repoussé après les légères pluies enregistrées récemment.

A Camacani, dans un autre essai que celui mentionné plus haut, une seule irrigation donnée en juin a suffi à assurer la continuité de la croissance et les plantes sont restées vertes durant toute la saison sèche.

A Llallagua, sous irrigation, on a observé un développement végétatif normal, même en hiver.

14. Ces faits montrent que l'hiver du haut plateau de Puno ne constitue pas un obstacle à la culture des graminées et légumineuses cryophiles.

Onobrychis sativa, la luzerne « Ranger », *Trifolium hybridum, Agropyrum desertorum, Bromus inermis* et probablement beaucoup d'autres espèces, peuvent être cultivées jusqu'à une altitude de 4.200 m, voire plus élevée. Quant à la sécheresse, une combinaison de circonstances défavorables, comme l'interruption des pluies juste après la germination et durant dix mois, peut causer de gros dommages à de jeunes plantules, semées en mélange avec une céréale, celle-ci absorbant avidement l'humidité et aggravant les effets de la pénurie d'eau. Cependant, nous ne croyons pas que la sécheresse puisse détruire une prairie adulte. En tout cas, il est logique d'installer tout d'abord les prairies artificielles sur les meilleures terres, celles qui souffrent moins du manque d'eau et dans lesquelles il est possible d'obtenir du fourrage vert, même en hiver.

15. Sur le haut plateau, il existe beaucoup de plaines (pampas) qui sont inondées en été et sont couvertes d'un tapis formé exclusivement de graminées naines. En plus de *Trifolium hybridum, Bromus inermis* et *Festuca arundinacea* qui, dans ce milieu, résistent jusqu'à un certain degré, nous avons essayé *Trifolium fragiferum, Lotus major* et *Phalaris arundinacea.*

Les Indiens y cultivent la pomme de terre qu'ils plantent sur billons. Ce procédé pourrait être appliqué à d'autres espèces qui ne résistent pas à une humidité excessive.

16. Les essais précités ont montré que sur le haut plateau, on peut assurer une bonne germination aux semences de graminées et de légumineuses, à condition de faire le semis en pleine saison de pluies.

La transformation d'un pâturage naturel en prairie artificielle peut s'effectuer par un seul labour, suivi immédiatemment du semis. Les graminées natives, surtout les cespiteuses, tardent beaucoup à prendre vigueur, et laissent ainsi le temps aux espèces introduites de s'installer ; les graminées naines repoussent plus facilement, mais elles sont utiles.

Comme cette année, par suite de la sécheresse, la pénurie de fourrage fut tragique (voir paragraphe 11), les parcelles d'essais furent généralement pâturées, certaines au cours de tout l'hiver et jusqu'à maintenant. Toutefois, les dommages n'ont pas été aussi grands que nous ne l'avions craint. L'alternance de jours très lumineux et de nuits froides, favoriserait la croissance des racines aux dépens de celle des tiges ; par la suite, les plantes repousseraient plus facilement lorsque la partie aérienne est détruite par une cause quelconque.

17. Parmi les légumineuses annuelles, le pois, *Trifolium incarnatum* et *Tr. subterraneum* montrent une résistance exceptionnelle aux gelées de l'hiver, probablement parce que la première croissance et l'enracinement sont plus rapides ; mais au fur et à mesure de leur développement et de leur vernalisation, elles deviennent plus sensibles et peuvent même être tuées par les gelées printanières relativement légères. *Vicia villosa* paraît plus résistante à ces dernières, mais il est difficile d'obtenir une levée régulière. *Ervum ervillia* semble mieux se comporter vis-à-vis de la sécheresse que le pois, qui, lui, est sensible. Pour ces raisons, nous ne croyons pas que l'introduction de *Trifolium subter raneum* puisse être utile sur le haut plateau, d'autant plus qu'on ne sait pas s'il pourra se resemer naturellement et se maintenir un grand nombre d'années. Le pois fourrager d'hiver pourrait être associé à l'avoine et à l'orge, semées au printemps pour être récoltées en automne. Des semis effectués en fin d'été avec des variétés de céréales résistantes à l'hiver et à grandes exigences photopériodiques (qui tardent beaucoup à épier quand les jours sont courts), associées ou non à *Vicia villosa* et *Ervum ervillia*, permettraient de disposer de fourrage vert durant la période la plus critique (printemps). L'avoine locale et le pois ne conviennent que sur des terres qui ne sont pas exposées aux gelées (« rinconadas ») et n'ont pas à souffrir beaucoup de la sécheresse.

18. Les prairies artificielles sont actuellement l'apanage presque exclusif des pays très développés, car les prix des aliments d'origine animale favorisent leur installation. Il s'ensuit que les méthodes de culture se sont adaptées aux conditions économiques de ces contrées où la main-d'œuvre est coûteuse. Pour obtenir l'extension des cultures fourragères dans les pays sous-développés, où la main-d'œuvre est abondante et bon marché mais le capital cher, il faut procéder à une mise au point des méthodes de culture. L'application des méthodes classiques est, peut être, une des causes, du peu de progrès qu'on observe à ce point de vue dans ces régions sous-développées. Considéron le cas du semis. Aux États-Unis, par exemple, un ouvrier agricole reçoit, par journée de travail, la valeur de 3-4 kg de beurre ; sur le haut plateau de Puno, avec

la valeur d'un kg de beurre, on peut payer les journées de sept à dix hommes. Par conséquent, établir une prairie artificielle par plantation, serait un non-sens aux États-Unis ; au contraire, sur le haut plateau, c'est la méthode la moins coûteuse, du fait de l'économie de semences qu'on réalise.

Pour les mêmes raisons, le maintien d'une composition floristique favorable de la prairie, ne peut être obtenu, dans les pays développés, qu'indirectement, par des méthodes appropriées d'entretien ; tout au plus peut-on, dans certains cas, recourir aux herbicides sélectifs. Au contraire, dans les contrées sous-développées, où la main-d'œuvre est bon marché, on peut intervenir directement et détruire les plantes envahissantes, aussitôt qu'elles apparaissent.

Dans les pays développés, on ne peut couper du foin ou faire de l'ensilage que dans une prairie pouvant être fauchée mécaniquement. Cette limitation n'existe pas sur le haut plateau où les indigènes, pour engraisser leur bétail, arrachent les mauvaises herbes des champs et les transportent à pied, sur plusieurs kilomètres.

En plus de ses avantages économiques, la plantation présente des avantages techniques :

a) Les plantes de prairie, non seulement les graminées, mais aussi les légumineuses, reprennent très facilement et peuvent être transplantées à tout âge (de préférence à un an).

b) En général, leur croissance est assez lente au début ; au cours de cette période, elles sont plus sensibles aux gelées et à la sécheresse ; les intervalles de terrain non encore occupés favorisent l'envahissement des mauvaises herbes ; la mise en place de plants d'un certain âge évite ces inconvénients.

c) La plantation est possible sur les terrains accidentés, qui ne peuvent être labourés, sur billons (voir paragraphe 15), dans les endroits humides, etc.

d) Elle peut servir d'application aussi, lors de l'introduction de nouvelles espèces dans les prairies naturelles (voir paragraphe 19).

A noter que le semis de plantes de prairie, à transplanter par après, ne demande pas de soins particuliers ; on sème seulement un peu plus dru, on est plus libéral dans l'usage des engrais et l'on inocule, dans le cas des légumineuses, pour ne pas avoir à le faire plus tard.

Vu les avantages de la plantation, nous la recommandons vivement sur le haut plateau. Elle ne coûte presque rien pour le petit agriculteur.

19. Comme nous l'avons écrit au paragraphe 5, les prairies du haut plateau se composent de graminées dures et cespiteuses, entre lesquelles poussent des espèces de petite taille beaucoup plus tendres. C'est pourquoi les méthodes d'amélioration employées actuellement (voir paragraphe 20) tendent toutes à éliminer les premières. Aussi, préconisons-nous de procéder comme suit : les graminées indésirables sont extirpées à la houe et, à la place de chaque touffe, on sème quelques graines ou on repique un plant d'une légumineuse ou d'une graminée appropriée ; on épand un peu de fumier ou d'engrais sur chaque emplacement. Vu l'abondance de main-d'œuvre, la méthode est écono-

mique. Il paraît que certaines de ces espèces (*Agropyrum, Medicago lupulina*) sont capables de se propager par semis, mais nous n'avons pas suffisamment de données à ce sujet.

20. Les principales méthodes qu'on emploie actuellement pour améliorer les herbages naturels, sont les suivantes :

a) *Le feu.*

Les tiges lignifiées des graminées cespiteuses sont brûlées ; les chaumes qui croissent par après sont plus tendres et plus accessibles au bétail.

b) *L'inondation.*

Les graminées érigées (*Festuca rigescens, Stipa ichu,* etc.) ne tolèrent pas l'humidité excessive et sont éliminées.

c) *Le labour.*

Les espèces cespiteuses sont facilement détruites et mettent parfois plusieurs années avant de se réinstaller ; au contraire, les graminées naines qui sont tendres réapparaissent plus vite et dominent pour quelques années. En général, le labour le plus souvent manuel, se fait non pas pour améliorer le pâturage mais pour planter la pomme de terre ; l'effet bénéfique qui en résulte pour la prairie n'est donc qu'une conséquence indirecte de l'opération.

d) *L'irrigation.*

Il faut noter que les graminées natives, même irriguées, ne restent pas vertes en hiver, excepté sur les terres constamment baignées par de l'eau courante.

e) *L'interruption du pâturage.*

Plusieurs plaines (« pampas ») ne sont pas pâturées en été et sont réservées pour la saison sèche. Il faut noter à ce sujet qu'il serait utile de subdiviser le terrain par des clôtures mais l'établissement de celles-ci constitue un investissement assez onéreux pour des prairies naturelles.

Conclusions.

21. Sous les tropiques, les régions d'altitude élevée sont les plus appropriées à la production de bonne viande et de produits laitiers. Le développement de ces spéculations doit se baser sur l'introduction des graminées et légumineuses cryophiles, qui composent les prairies artificielles des régions à été frais, pratiquement toutes originaires d'Eurasie. L'expérience de l'agriculture mondiale a démontré que les autres continents n'ont pratiquement fourni aucune des espèces utilisées dans les prairies artificielles des régions à été frais ; les prairies naturelles qu'on y rencontre, par suite de leur composition floristique, ne peuvent servir que pour un élevage extensif. Pour engraisser du bétail, et surtout pour développer la production du lait, il faut introduire les espèces mentionnées plus haut ou utiliser les plantes fourragères annuelles et les aliments concentrés d'un prix de revient beaucoup plus élevé.

22. Sur le haut plateau de Puno (Pérou), dont l'altitude varie entre 3.812 et 5.950 m, mais dont la topographie est peu accidentée (60 % de plaines), nous avons entrepris des essais de graminées et légumineuses cryophiles.

L'étude écologique préliminaire de la région et les résultats expérimentaux montrent (*) que les fortes gelées, alternant avec des jours ensoleillés et relativement chauds, sans neige, ne constituent pas un obstacle pour l'établissement de prairies artificielles, jusqu'à une altitude d'au moins 4.200 m. Les espèces qui se sont montrées particulièrement résistantes sont : *Onobrychis sativa*, certaines variétés de luzerne (« Ranger » et « Grimm »), *Trifolium hybridum, Agropyrum desertorum, Bromus inermis* ; il semble bien que plusieurs autres espèces pourraient être ajoutées à cette liste.

La saison sèche, d'environ six mois, ne paraît pas non plus constituer un obstacle ; la croissance s'interrompt naturellement, mais les plantes survivent. Les espèces qui se sont montrées particulièrement résistantes à la sécheresse sont : *Agropyrum desertorum, Festuca arundinacea* (« Kentucky 31 »), *Onobrychis sativa, Medicago sativa* et *M. lupulina*. Naturellement, l'installation des prairies artificielles doit commencer sur les sols qui pour l'une ou l'autre raison sont moins exposés à la sécheresse ou qui sont susceptibles d'être irrigués.

Aux endroits inondés en été, nous essayons, outre *Trifolium hybridum* et *Bromus inermis*, qui offrent une certaine résistance, *Trifolium fragiferum, Lotus major* et *Phalaris arundinacea* ; la plantation sur billons, utilisés par les indiens pour y cultiver la pomme de terre, permet d'introduire des espèces relativement sensibles à l'humidité excessive de ce milieu.

Obtenir une bonne germination est chose facile, à condition d'effectuer le semis en pleine saison des pluies. Un labour, précédant immédiatement celui-ci, est suffisant pour transformer un herbage naturel en prairie artificielle. Les espèces essayées paraissent bien supporter le pâturage sous les conditions du haut plateau.

23. Les prairies artificielles sont l'apanage presque exclusif des pays développés ; la main-d'œuvre y est chère et les méthodes de culture se sont adaptées à ces conditions. Dans les contrées sous-développées, il faut procéder à une mise au point des techniques à appliquer.

Il semble bien que la meilleure méthode à suivre consiste à mettre en place des plantules d'un an, obtenues par semis sur des emplacements particulièrement favorables.

24. Les prairies naturelles du haut plateau de Puno se composent de gra-

(*) Étant donné que le climat des montagnes tropicales est tout à fait différent de celui des régions tempérées à été frais (jours plus courts, températures presque uniformes toute l'année, hiver plus sec que l'été, etc.), il faudrait sélectionner des variétés spécialement adaptées à ces conditions.

minées dures qui croissent en touffes (*bunch grasses*) entre lesquelles poussent des espèces naines beaucoup plus tendres. Les méthodes employées actuellement pour améliorer ces prairies (inondation, labour) tendent à éliminer les premières. Une amélioration plus radicale, que nous recommandons, consiste à extirper à la houe les graminées cespiteuses et à introduire ensuite aux emplacements de celles-ci des légumineuses ou graminées appropriées.

25. A côté de la création des prairies artificielles, d'autres mesures doivent être envisagées : l'installation d'un frigorifique et de laiteries.

26. On peut se demander jusqu'à quel point ces essais peuvent présenter de l'intérêt pour d'autres régions. Naturellement, il y a peu de pays où existe un marché pour les aliments d'origine animale, aussi favorable et s'étendant aussi rapidement, qu'au Pérou. Cependant, plusieurs régions montagneuses tropicales, voisines de grands centres miniers ou urbains, exigent et sont susceptibles de bien payer, une certaine quantité de lait et même de bonne viande. L'établissement des prairies artificielles par plantation et la méthode décrite au paragraphe 19 pour améliorer les pâturages naturels, ne constituent pas un gros investissement pour le grand agriculteur et ne coûtent presque rien pour le petit. Il s'ensuit que, dans plusieurs cas, l'opération s'avère économiquement intéressante.

Néanmoins, malgré le coût peu élevé de cette méthode, le petit agriculteur ne l'adoptera que pour autant qu'elle augmente ses rentrées en espèces. L'expérience a montré que, d'une façon générale, la seule amélioration de sa propre alimentation ne constitue pas un stimulant suffisant pour l'inciter à changer ses méthodes d'exploitation.

27. Au point de vue écologique, il n'y a presque pas de montagnes tropicales où les gelées sont plus fortes que sur le haut plateau des Andes (le Thibet n'est pas tropical). Par conséquent, on est généralement moins limité dans le choix des espèces à introduire.

Quant à la sécheresse, une période sans pluie, d'une durée moyenne supérieure à six mois, peut rendre l'irrigation indispensable. Il faut noter aussi que les graminées et légumineuses cryophiles deviennent plus sensibles à la sécheresse, quand celle-ci est accompagnée de hautes températures. Sur le haut plateau de Puno, les températures maxima moyennes de la saison sèche sont inférieures à 18° C. Dans le cas où la saison sèche est chaude, *Trifolium repens*, qui rentre en repos durant cette période, et *Tr. subterraneum*, qui se resème automatiquement, deviennent intéressantes.

Les graminées et légumineuses cryophiles ne tolèrent pas les hautes températures, plus particulièrement quand il n'y a pas de saison froide marquée.

Aucune d'elles ne croît normalement dans les climats reconnus trop chauds pour le blé. A mesure qu'on se rapproche de cette limite, le nombre d'espèces susceptibles de convenir, diminue pour se réduire finalement presque exclusive-

ment à la luzerne (du type péruvien ou analogue) et, encore, celle-ci ne prospère que pour autant que chaleur et humidité élevées ne se conjuguent pas.

D'autre part, plus on se rapproche de la limite altitudinale inférieure des graminées et légumineuses cryophiles, plus la lutte contre la végétation arbustive devient plus difficile. Lorsque, comme sur le haut plateau des Andes, les sols ne sont pas de formation récente et que le climat est humide, l'acidité du terrain et la carence de celui-ci en certains éléments minéraux peuvent devenir de sérieux obstacles, plus particulièrement pour les légumineuses. Dans ce cas, il faut envisager l'addition de chaux, d'acide phosphorique ou d'éléments mineurs.

BIBLIOGRAPHIE

DION, H. G. (1950) « *La agricultura en el Altiplano de Bolivia* ». FAO — Cuadernos de Fomento nº 4 Agricultura, Washington.

DURAN SUAZO, M. (1954) « *Pastos en el Altiplano* ». La Paz (mimeographié) et autres rapports non publiés.

GUEVARA VELASCO, M. (1955) « *Apuntes sobre mi patria. Volumen del departamento de Puno* ». Cuzco.

PAPADAKIS, J. (1952) « *Mapa Ecológico de la República Argentina* ». Buenos Aires, 2e édition, paragraphe 2.

PAPADAKIS, J. (1955) « *Informe sobre las condiciones Ecológicas y Económicas del Departamento de Puno (Perú) y su Desarrollo Agricola, con especial referencia al Problema Indio* ». Lima (mimeographié).

PAPADAKIS, J. (1956) « *Instrucciones para Pastos* ». Pune.

Le dysmicrobisme intestinal d'origine alimentaire et quelques considérations sur la valeur réelle de la lacto-bactériothérapie

par

Nicolas Kopytine,
Ingénieur des Industries Agricoles A. I. Gx., Conseiller de Laiterie diplômé,
Membre de la Commission Consultative des Dérivés du Lait.

Le présent essai est en quelque sorte le complément de notre étude « *Kherân* », *lait fermenté des Tatars de Sibérie*, parue antérieurement dans cette revue (1er trimestre 1956). C'est pourquoi, désirant éviter des redites, nous invitons le lecteur à revoir au préalable les pages 29, 30 et 31 de l'étude susmentionnée.

Le bactériothérapie lactique interne, telle que l'a conçue, tout au début de notre siècle, le cerveau du grand savant russe Élie Metchnikoff, consiste essentiellement en consommation journalière, assidue, régulière et suffisante (de 1/2 à 3/4 de litre) de bons laits fermentés, fraîchement, convenablement et hygiéniquement préparés. Son but bien défini : la lutte contre des affections particulières, provoquées exclusivement par les putréfactions intestinales anormalement intenses résultant de l'alimentation manifestement déséquilibrée. Cette méthode curative, très simple et diététique par excellence, agit en entravant dans l'intestin le développement exagéré des germes protéolytiques et en y amenant simultanément les activités acido-basiques microbiennes à leur équilibre sanitaire requis, bref, en supprimant radicalement la cause même des troubles à combattre.

Les troubles en question ne sont pas que des dérangements intestinaux passagers, apparemment anodins et des douleurs hépatiques, mais englobent aussi diverses manifestations pathologiques générales, plus graves et d'autant plus accusées que les putréfactions deviennent tout particulièrement dominantes dans le côlon ascendant. L'extension, inattendue à première vue, de la même cause, manque prolongé de l'équilibre alimentaire, aux désordres pathologiques de différente nature affectant l'économie de l'organisme humain tout entier, ne doit pas au fond paraître tellement étrange, compte tenu de l'interdépendance très étroite qui existe entre la régularité de fonctionnement du tractus gastro-intestinal et l'état général de la santé.

Promoteur enthousiaste de sa nouvelle méthode thérapeutique (dont les racines se retrouvent dans l'usage alimentaire et curatif des innombrables laits caillés, pratiqué par tous les peuples depuis la plus haute antiquité connue), étroitement liée d'ailleurs à sa théorie du vieillissement prématuré de l'homme civilisé contemporain, ÉLIE METCHNIKOFF et son école ont connu des succès retentissants et bien souvent largement méritoires.

* * *

C'est surtout le yoghourt qui a été retenu et employé dans ce but, à l'exclusion d'autres laits fermentés. La raison de cette prédilection pour le yoghourt s'explique par : ses propriétés gustatives agréables, ses propriétés diététiques et nutritives éprouvées, sa stabilité satisfaisante et sa préparation relativement aisée et facilement dirigeable dans le sens de l'obtention du degré d'acidité voulu, suivant les exigences formulées par le consommateur

Les intérêts commerciaux peu scrupuleux intervenant, la pratique de la bactériothérapie lactique intestinale, telle que nous venons de la définir, fut rapidement étendue à maints troubles intestinaux de tout autre origine et aussi aux suppurations banales et chroniques externes et aux infections oto-rhino-laryngologiques et gynécologiques.

La technique même de cette « *médication naturelle* » a, en conséquence, subi de profonds remaniements. On a créé de très nombreuses « spécialités pharmaceutiques », soit à l'état liquide (généralement dans des ampoules), soit à l'état sec (sous forme de poudres, de granules ou de comprimés), contenant — pour ne pas dire plutôt : « censées contenir » — les ferments lactiques actifs, vivants ou même tyndalisés.

Les milieux liquides employés étaient très variés : lacto-sérum, bouillons à base d'extrait ou de pepton de viande, milieux végétaux à base de malt d'orge (malt vert ou touraillé), de farine de soya, etc., eau de touraillons, eau additionnée de quelque % d'amidon soluble (milieu de suspension de cultures centrifugées), etc. Leur pouvoir tampon était généralement fortement renforcé par l'adjonction de carbonate de calcium, de phosphates ou de citrates alcalins, etc.

L'excipient des « spécialités » solides se composait surtout de lactose, de talc et de carbonate ou de lactate de calcium.

Leur richesse en germes s'annonçait, dans les mirifiques notices-réclames distribuées à profusion, par des nombres astronomiques et presque toujours fantaisistes, que le client payant avalait crédulement en lieu et place des corps microbiens brillant invariablement par leur absence.

La puissante publicité d'allure très scientifique a appuyé toutes ces « spécialités » dont la vogue a été considérable, mais ... assez éphémère. A de très rares exceptions près, elles se sont avérées, et notamment les préparations desséchées, franchement inefficaces. C'était à prévoir comme conséquence

inévitable directe de l'usage abusif (1) qu'on a fait des idées précises, sur lesquelles a été fondée la bactériothérapie lactique intestinale, en la détournant, très ingénieusement parfois, de sa destination naturelle strictement circonscrite.

Qu'il nous soit permis maintenant, après ce préambule d'orientation, d'inviter le lecteur à prendre part avec l'auteur à la formation d'un concept net, découlant logiquement des faits précis et indéniables, sur le sujet abordé.

* * *

Comme nous l'avons vu antérieurement, l'état de santé parfaite de l'homme, normalement constitué et placé au surplus dans des conditions sanitaires les plus favorables, n'est toutefois point concevable sans le maintien de la *constante biologique intestinale* (*ou fécale*) entre ses limites requises rigoureusement définies. Sa valeur numérique, composée de deux nombres, s'exprime en ml des solutions normales représentant respectivement les quantités totales, trouvées par 100 g de selles fraîches, d'acides organiques libres ou combinés, formés par l'activité acidogène de la microflore intestinale, et de l'ammoniaque, également à l'état libre ou combiné, procédant des putréfactions protidiques basiques de la même source.

Il est frappant de constater qu'*on retrouve toujours et partout, chez tous les sujets adultes normaux et bien portants, deux valeurs* (*évaluées comme ci-dessus*) *remarquablement fixes de ces acides* (*de 14 à 16 ml*) *et de l'ammoniaque* (*de 2 à 3 ml*). Cette constante persiste même en dépit des variations considérables passagères dans l'alimentation mixte, déséquilibrée brusquement, soit du côté des glucides, soit du côté des protides. La cause de cette stabilité singulière est imputable à la présence d'une régulation physiologique très sensible à laquelle concourent des mécanismes, encore très partiellement connus, déclenchés vraisemblablement, entre autres, par certains organes fonctionnels du tube digestif (2) et où le côlon paraît avoir à cet égard le rôle prépondérant.

L'ampleur de cette action régulatrice de l'organisme varie dans une très

---

(1) Les protestations très énergiques de METCHNIKOFF lui-même contre cet état de choses regrettable sont restées vaines.

(2) Parmi les facteurs connus de cette régulation physiologique, on peut mentionner les suivants :

— absorption, en partie, par les muqueuses intestinales des acides organiques excédents ;

— accélération du transit intestinal provoquée par la pléthore des produits organiques excrémenteux, aussi bien acides que basiques, de provenance microbienne, fortement irritants pour la muqueuse, ce qui permet de reconstituer à la suite la microflore digestive plus propice ;

— desséchement du contenu résiduaire dans le côlon gauche, entravant ainsi forcément l'activité microbienne exaltée ;

— lyse microbienne fortement accusée dont de multiples sources possibles sont mal précisées : sécrétions particulières microbiennes ou muqueuses, intervention accrue de bactériophages spécifiques intestinaux, etc.

large mesure d'un individu à l'autre. Certaines personnes supportent aisément même les grands écarts du régime alimentaire, relatifs à son harmonie glucido-protidique physiologiquement indispensable, sans que l'équilibre microbien intestinal accuse conséquemment le moindre fléchissement. Par contre, d'autres sujets voient cet équilibre immédiatement rompu au moindre écart de leur régime dans l'un ou l'autre sens précités.

Un régime bien équilibré implique l'ingestion habituelle de quantités respectives de glucides et de protides ne dépassant pas la puissance du mécanisme régulateur acido-basique du gros intestin, d'où la nécessité impérative de tenir compte, lors de l'application des directives de l'alimentation rationnelle, des particularités digestives individuelles.

On notera bien que l'autorégulation physiologique par l'organisme de la constante fécale ne se réalise que progressivement au fur et à mesure du développement corporel et ne devient efficace qu'à l'âge adulte. L'enfant est incapable de refréner ou d'orienter la croissance désordonnée libre de la microflore intestinale quand son alimentation ne se conforme point à sa tolérance digestive.

* * *

La constante fécale reflète fidèlement l'état d'équilibre absolument indispensable entre deux grandes activités intestinales antagonistes (acidifiantes et alcalinisantes) des innombrables espèces bactériennes mises en présence — pénétrant dans le tube digestif par la bouche, l'anus et le sang — et dénote simultanément, sous le rapport alimentaire, la concordance entre la composition et, aussi éventuellement, la quantité des aliments ingérés d'une part et la capacité digestive de l'organisme de l'autre. On trouvera aux pages 30 et 31 de « *Kherân* », schématiquement exposés, les quatre types des déviations possibles, simples ou conjuguées, de la constante biologique intestinale.

Ces déviations, aussi minimes qu'elles soient, décèlent les anomalies, toujours préjudiciables à la santé, dans l'activité de deux grandes fonctions microbiennes intestinales — anomalies désignées sous le nom générique de **« dysmicrobisme »** intestinal (du grec *dus*, indique la difficulté, le mauvais état). Il se traduit le plus souvent par un excès des fermentations ou des putréfactions, ou encore par ces deux excès ensemble.

Cela dit, il apparaît que la constante fécale intéresse probablement davantage, et sûrement bien plus fréquemment, le nutritioniste proprement dit que le médecin, dont l'intervention dans le redressement de l'équilibre bactérien déficient est néanmoins indispensable dans les cas pathologiques spéciaux, compliqués ou aigus et là, comme partout ailleurs, où les correctifs du nutritioniste s'avèrent inopérants.

Une mise au point, que voici, s'impose. En faisant ici une incursion dans le domaine des troubles intestinaux, nous n'avons en vue, exclusivement, que

ceux provoqués chez une personne *adulte* (1) — normalement constituée, parfaitement saine et n'accusant aucune viciation du métabolisme général ou toute autre affection quelconque — par le déséquilibre alimentaire suffisamment marqué pour pouvoir neutraliser l'autorégulation physiologique de l'organisme. Les troubles digestifs de même nature, mais de toute autre origine, sont du ressort exclusif, soulignons-le, de la science et de l'art de la Médecine.

Les différents aspects particuliers que peut présenter le dysmicrobisme — terme dû aux docteurs J.-Ch. Roux et R. Goiffon — de provenance alimentaire, se résument en un défaut d'adaptation de la composition des rations alimentaires à l'individu ou, autrement dit, en un manque d'équilibre entre la nature du régime habituel et la capacité digestive propre à chaque organisme et compte tenu de l'activité et de la manière de vivre de chacun.

* * *

Les phénomènes chimiques complexes de la digestion consistent en définitive en une suite ininterrompue de dédoublements hydrolytiques que doivent nécessairement subir presque toutes les substances alimentaires pour devenir utilisables par l'organisme. Ces hydrolyses, de nature enzymatique, transforment progressivement les matières ingérées, à poids moléculaire élevé, insolubles ou tout au moins non dialysables, en produits possédant la structure moléculaire fortement simplifiée, solubles et capables de traverser la muqueuse intestinale — barrière sélective — pour passer ensuite dans la circulation lymphatique et sanguine (acides aminés, glucose, glycérine, acides gras solubilisés par les sels biliaires, etc.).

C'est principalement dans l'intestin grêle que s'opère la plus grande partie de la digestion, de même que l'absorption, presque au fur et à mesure de leur formation, des matières nutritives, devenues ainsi conformes aux exigences de l'économie corporelle. Durant le séjour des aliments dans l'intestin grêle (de quatre à cinq heures) la digestion s'achève presque complètement.

Toutes les substances solubles et absorbables sont utilisées directement par l'organisme et la majeure partie des matières nutritives y a été digérée.

---

(1) S'il est notoire que la physiologie digestive et la diététique normale infantiles diffèrent considérablement de celles de l'adulte, par contre on ignore souvent que cette diversité se prolonge, parfois même jusqu'à la puberté et à un degré plus ou moins élevé, chez la majorité des grands enfants. Chez eux la fonction caecale du gros intestin (relative à l'activité digestive acido-basique microbienne, parachevant le travail propre du tube digestif) est tout au moins peu importante. Leurs selles, au pH presque toujours bas (voisin de 6), ne représentent au fond que le contenu desséché de la fin du grêle. Le taux d'acides organiques de fermentation qu'on y trouve est beaucoup plus élevé que chez les adultes.

Deux hypothèses sont émises au sujet de ces enfants. Il est possible que leur meilleur état d'équilibre, s'exprimant chez les adultes par la remarquable fixité de la constante fécale, est tout autre ; comme il est possible aussi qu'ils vivent en équilibre instable, faute du mécanisme régulateur, qui chez eux n'est qu'ébauché.

N. B. — Ce contexte est ajouté ici à dessein pour faire mieux ressortir que le contenu du présent essai ne pourrait en aucune façon se rapporter aux jeunes organismes.

Le contenu résiduel intestinal passe alors dans le caecum et là, dans cette espèce de poche par laquelle débute le côlon ascendant, la masse (demi-fluide grumeleuse et adhérente, commencement de la formation de la matière fécale proprement dite) de ce qui reste des aliments stagne avant de reprendre son trajet dans la suite du gros intestin.

Il est très intéressant de noter que les résidus alimentaires normaux ne représentent généralement que 25 % environ des matières sèches totales des selles et le reste a pour origine les corps microbiens (33 %) ainsi que les sécrétions et les desquamations du tube digestif (42 %).

De très larges diversités qu'est susceptible de présenter la formule de la masse caecale se déterminent normalement — l'état général parfait de l'organisme et notamment le fonctionnement absolument régulier de son appareil digestif — exclusivement en fonction de la quantité et surtout de la nature d'alimentation habituelle.

* * *

L'activité microbienne très vigoureuse se déclenchant dans le caecum obéit strictement à la loi biologique fondamentale qui régit la croissance de tous les micro-organismes et qui peut être énoncée ainsi : « *Tout milieu a la microflore qu'il mérite et inversement, la flore microbienne d'un milieu révèle sa composition,* ou, en d'autres termes, *chaque milieu a la microflore qui lui est propre* ».

Par conséquent, tant qu'on n'a pas modifié le milieu intestinal, sa microflore restera la même et produira le même effet digestif, et il est absolument illusoire d'y introduire intentionnellement des cultures microbiennes même très actives et très vigoureuses, mais qui ne soient guère appropriées à la composition de ce milieu.

La prolifération, voire même la survivance, de telles souches bactériennes d'ensemencement (aussi massif et persévérant qu'il soit) ne pourront jamais y être assurées et tout au plus végéteraient-elles d'une façon pénible — l'existence « au ralenti », si l'on peut dire.

On en déduit que, suivant la composition de la masse caecale, l'activité microbienne du gros intestin présentera forcément un des quatre aspects caractéristiques suivants :

1°. La masse caecale est parfaitement appropriée, comme milieu de culture, à la coexistence possible entre les diverses espèces microbiennes se livrant modérement et chacune à sa façon à la dissociation biochimique des restes de substances nutritives ingérées, complétant ainsi très utilement le travail principal accompli directement par l'appareil digestif. Les fermentations acides et les putréfactions basiques s'équilibrent dans leurs intensités réciproques, ce qui est fidèlement reflété par la valeur numérique normale de la constante biologique intestinale.

2°. La masse caecale est exagérémment riche à la fois en substances glucidiques et protidiques, difficilement digestibles toutes les deux ou capables de se soustraire à l'action des sucs digestifs par suite de la surchage alimentaire,

dépassant largement la capacité digestive de l'organisme (indigestion partielle du bol alimentaire). Les fermentations et les putréfactions se déchaînent, en processus simultanés ou successifs, et c'est le *dysmicrobisme total.* Les deux composants de la constante biologique fécale accusent alors en même temps des valeurs manifestement trop élevées.

Presque toujours le régime moins copieux et où les aliments des deux ordres sont facilement digestibles et donnent un minimum de résidus, suffirait seul pour rétablir l'équilibre microbien démesurément distendu par la luxuriance du milieu.

3° — Normalement le côlon droit est le siège des fermentations comme le côlon gauche est celui des putréfactions.

Les putréfactions intestinales peuvent quelquefois devenir excessives et être en état, soit d'entraver les fermentations caecales, soit de s'exercer librement et prématurément dès le côlon droit. Le taux de l'ammoniaque fécale est en ce cas-là toujours au-dessus de 4 ml et pourrait même s'élever jusqu'à 15 ml (à noter que 6 ml est déjà le chiffre franchement pathologique). Quant au taux des acides organiques, il reste, dans cette conjoncture, inférieur à sa valeur normale.

La garde-robe est généralement moulée ou presque, brune, alcaline et contient parfois des glucides non digérés (amidon fixé et cellulose digestible) dont les fermentations accoutumées dans la région caecale avaient été empêchées par l'activité précoce et violente des germes putréfiants

Ce type de *dysmicrobisme à putréfactions excessives* est la conséquence évidente de l'alimentation profondément déséquilibrée (1). Le déséquilibre alimentaire dont il s'agit ici se caractérise par la consommation insuffisante d'aliments riches en glucides et spécialement ceux protégés par des réseaux cellulosiques (fruits, légumes), d'aliments féculants et surtout de produits laitiers. Tandis qu'au contraire, la consommation de viande et d'autres aliments essentiellement protidiques (œufs, produits de la pêche, légumineuses) est véritablement abusive.

L'intensité de cette forme de dysmicrobisme s'accroît encore par la présence marquée de matières carnées difficilement digestives (2), qui sont éminemment putrescibles. Enfin, la masse caecale est ici extrêmement pauvre en glucides fermentescibles ; l'acidification fermentative ne s'y manifeste que très fai-

(1) Excepté, cela s'entend, des cas de troubles pathologiques généraux, d'insuffisances digestives, d'hypersécrétions et de desquamations exagérées de la muqueuse intestinale, de dérèglements du péristaltisme et d'autres anomalies possibles qui affectent le fonctionnement normal de l'appareil digestif et engendrent finalement les mêmes manifestations du dysmicrobisme de nature putréfactive.

(2) Aliments carnés riches en kératines (protéines à structure fibreuse) — fibres musculaires, ligaments, fibres élastiques et autres formations de la même nature — ou trop gras : la graisse imprégnant les protéines diminue leur digestibilité.

A noter aussi qu'une hâte excessive ou une mastication-insalivation imparfaite et même un énervement lors des repas produisent les mêmes effets digestifs indésirables.

blement ou même pas du tout, tandis que la flore protéolytique basogène y trouve le champs d'action idéal et sans entraves à sa prolifération exubérante. Les résidus de la digestion sont en ce cas-là presque exclusivement composés de substances protidiques à profusion.

4° — La masse caecale contient en grande abondance des glucides permettant aux microbes acidogènes de prendre d'emblée le dessus sur les autres bactéries dont ils arrêtent la croissance par l'effet de la forte acidification du milieu.

L'interprétation exacte du *dysmicrobisme* intestinal *à fermentations excessives* est fréquemment très laborieuse, car ses origines pourraient être complexes : plusieurs causes autres que l'alimentation trop riche en certains glucides sont aptes à produire le même effet.

A propos de ce dernier dysmicrobisme, le seul point important qui mérite d'être retenu dans le cadre de cette étude, c'est l'augmentation des acides organiques de la constante fécale. Leur concentration est alors non seulement susceptible d'atteindre les valeurs pathologiques avoisinant 20 ml, mais peut même dépasser 30 ml. Quant à l'ammoniaque fécale, sa teneur est assez inconstante, tantôt plus faible, tantôt plus forte que 3 ml, et apparemment discordante ; quoique ordinairement dans le cas présent elle suit dans le même sens l'accroissement de l'excès des acides organiques par rapport à leur valeur normale (16 ml), c'est-à-dire que l'ammoniaque est d'autant plus abondante que les acides organiques le sont aussi.

Nous verrons plus loin le pourquoi de ce parallélisme.

Les détails que nous venons d'exposer sur l'activité microbienne intestinale appellent nécessairement quelques commentaires, étant donné que ce sujet constitue incontestablement le chapitre le plus étendu et aussi l'un des plus confus et des moins simples clôturant le prodigieux fonctionnement du complexe de la digestion humaine.

Cela se conçoit d'ailleurs sans peine si l'on considère :

a) que le contenu intestinal, milieu d'innombrables cultures microbiennes concomitantes ou successives, ne se trouve guère dans une fiole de laboratoire plus ou moins complètement isolée du monde extérieur, mais dans un contenant (qui est le tube digestif) ultra-sensible, vivant et réagissant à la moindre perturbation survenue dans l'économie générale de l'organisme entier ;

b) qu'il est extrêmement difficile de juger et de suivre minutieusement la réalité du kaléidoscope d'activités perpétuelles de toutes natures dans un milieu qui échappe, somme toute, totalement à l'observation directe ;

c) que ce contenu, sans cesse agissant, manque d'homogénéité et est dans un état d'équilibre remarquablement instable, se modifiant continuellement sous l'influence de l'action combinée mécanique et physico-chimique des parois intestinales, des micro-organismes, etc. ;

d) que les exigences culturales, très souvent antagonistes, de diverses espèces microbiennes présentes (dont les unes sont obligées et les autres facul-

tatives) déterminent une grande variabilité quant à l'intensité de leurs activités caractéristiques d'un étage à l'autre du tractus intestinal ;

e) qu'enfin la composition même du bol alimentaire arrivant, complètement transformé huit heures plus tard, dans le gros intestin en état particulièrement propice au développement microbien, diffère très fortement souvent non seulement d'un individu à l'autre, mais aussi d'un repas à l'autre pour un même sujet.

L'incroyable imbroglio bactérien du gros intestin qui en résulte laisse à prévoir que les phénomènes du dysmicrobisme intestinal, consignés schématiquement plus haut, ne sont pas toujours en réalité si nettement délimités et, par conséquent, faciles à interpréter, mais se compliquent parfois d'une façon vraiment inattendue

En voici quelques exemples.

— Il est des cas, nullement isolés, où les fermentations intestinales se manifestent prématurément et plus haut que la fin de l'iléon ou prennent d'emblée un développement exubérant. Les causes, alimentaires ou autres, en sont multiples, par exemple : la défaillance du pouvoir désinfectant du suc gastrique, etc. L'acidité exagérée qui s'ensuit irrite à tel point la muqueuse intestinale que celle-ci réagit énergiquement par la voie du réflexe, en déclenchant une forte hypersécrétion alcaline et putrescible au plus haut point. Il se produit alors la neutralisation des acides organiques formés en premier lieu, suivie du développement des putréfactions (secondaires) susceptibles de prendre le pas sur les fermentations, soit en devenant plus actives que ces dernières, soit en se prolongeant plus longtemps dans les parties plus éloignées du côlon.

— La composition de la masse caecale, sa réaction et partant les manifestations indésirables du dysmicrobisme relèvent non seulement de la nature de l'alimentation, mais aussi de troubles les plus divers, fonctionnels ou autres, pouvant dérégler à différents degrés le fonctionnement normal d'un secteur, voire même de l'ensemble de l'appareil digestif. C'est ainsi, par exemple, que les insuffisances digestives (gastrique, pancréatique, biliaire et celles de l'intestin grêle) et les irrégularités de motricité intestinale bouleversent de fond en comble les résultats de l'analyse coprologique (notamment ceux concernant les acides organiques et l'ammoniaque) et les rendent inaptes à donner par eux seuls une idée exacte sur les causes originelles réelles du dysmicrobisme mis en évidence (1). Dès lors, il appert que très souvent la détermination précise de ces causes n'est guère possible à l'aide des seules données fournies par la constante biologique fécale et nécessite impérativement le recours aux investigations cliniques complétant, contrôlant et étayant l'examen coprologique préalable.

— Mentionnons encore des cas très curieux et assez rares (signalés par

(1) Les déviations de ce type originellement extra-diététique de la constante fécale seront évidemment du ressort de la pathologie digestive proprement dite et ne concernent en aucune façon l'ensemble de cet exposé.

Sala-Roig et Goiffon) que voici : la carence alimentaire totale en glucides provoque non seulement le déclenchement des putréfactions intestinales excessives et pures, si l'on peut dire, c'est-à-dire non associées à des fermentations glucidiques, mais peut aussi déterminer la formation des acides organiques en quantité suffisamment grande pour dépasser leur taux normal dans les selles. Mais cette acidification exceptionnelle cesse dès l'introduction d'une petite quantité de glucides dans la ration alimentaire.

Ces quelques dernières pages sont consacrées, comme on le voit, à différentes allures que peut prendre l'activité microbienne intestinale uniquement en fonction de la nature et aussi de la quantité (concentration) des aliments ingérés.

Nous avons sincèrement désiré y être suffisamment explicite pour que le lecteur puisse prévoir lui-même dès maintenant qu'une seule de ces allures, à l'exception de toutes les autres, sera retenue ici dans la suite. Il s'agit évidemment des manifestations de l'activité anormale prise par les ultra-minuscules hôtes de notre tube digestif et qui aboutissent au *dysmicrobisme à putréfactions excessives*. En effet, c'est assurément là que se situe le domaine de l'application incontestablement rationnelle et efficace de la méthode lacto-bactériothérapeutique de Metchnikoff. Son traitement n'est en somme que la correction du régime alimentaire déséquilibré par l'insuffisance, voire même le manque total, des glucides capables d'assurer les fermentations modérées, indispensables dans le gros intestin. Et cette correction, il l'obtient tout simplement par la consommation suffisante et régulière de bons laits fermentés qui apportent ainsi, et cela dans les meilleures conditions (précisées à la fin de cet essai), l'aliment glucidique le plus approprié : *le lactose*.

La remarquable trouvaille de Metchnikoff est radicale et efficiente car elle supprime à coup sûr la genèse même de ces dérèglements digestifs assez fréquents, qui s'aggravent en se prolongeant et risquent finalement d'ébranler profondément la santé de l'homme.

En résumé, on peut dire que les recherches de Metchnikoff constituent une contribution précieuse à la compréhension et aux observations habituelles faciles des principes fondamentaux de l'hygiène intestinale et qui sont, bien plus, à la portée du grand public éclairé.

* * *

Il nous semble opportun d'intercaler ci-après quelques données sur les substances alimentaires glucidiques fermentescibles et très courantes, susceptibles d'échapper, du moins en partie, à la digestion dans le grêle et de parvenir de cette façon jusqu'au gros intestin. Leur connaissance du point de vue diététique fera mieux ressortir la nature particulière du dysmicrobisme mis en discussion et sera aussi didactiquement profitable au lecteur ensuite.

— *Amidon :*

Cru (par exemple dans les bananes qui, étant généralement consommées en état de maturation incomplète, en sont très riches) : il n'est que très faible-

ment attaqué dans le grêle et parvient par conséquent en quantité appréciable dans le gros intestin. C'est un agent de fermentation très puissant ; cependant, il faudra être prudent pour son usage, car il provoque quelquefois des fermentations gazeuses gênantes.

Cuit : il est plus facilement digéré dans le grêle, mais pénètre néanmoins, et très souvent, en quantité modérée dans le côlon où il entretient efficacement les fermentations.

La présence d'enveloppes cellulosiques rend les grains d'amidon réfractaires à la digestion ; la cuisson détruit plus ou moins ces membranes protectrices.

— *Lactose :*

Son lent dédoublement hydrolytique en sucres assimilables dans le grêle permet à une forte proportion de ce glucide, ingéré en quantité suffisante (20 g au moins, d'après TISSIER), et principalement lorsqu'il est incorporé dans le contenu stomacal assez fluide (accélération du transit intestinal), d'atteindre le côlon. C'est un aliment idéal pour les bactéries lactiques dont la flore normale à très haut pouvoir fermentatif est immanquablement présente dans le gros intestin.

A noter que la lactase intestinale n'est pas abondante chez les adultes, mais en habituant progressivement l'intestin aux aliments lactosés, on favorise une sécrétion accrue de cette diastase (recherches de A. SCHMIDT) ; cela permet d'éviter les manifestations indésirables d'indigestion lactique (selles diarrhéiques) chez les sujets non habitués à la consommation régulière et assez considérable du lait.

— *Cellulose :*

Les sucs digestifs n'attaquent pas la cellulose, mais dès son arrivée dans le caecum, elle subit une véritable digestion microbienne, d'allure fermentative, suffisante pour rendre récupérable par l'organisme de 50 à 75 % de la cellulose ingérée. Cette digestion microbienne dépend de la provenance et de la structure physique de la cellulose et est généralement limitée aux aliments cellulosiques assez tendres (choux, salades, carottes, pommes de terre).

Ce corps ne doit pourtant pas être considéré comme « aliment microbien » glucidique intestinal, mais comme un régulateur de la fonction digestive en ce sens qu'en augmentant le volume de la masse fécale, la cellulose assure sa progression sous l'influence des mouvements péristaltiques du tube intestinal. C'est un adsorbant et surtout un lest (matières encombrantes) alimentaire favorisant le transit intestinal et tout en stimulant les sécrétions digestives.

— *Saccharose :*

Il n'est pas inutile de signaler que dans le grêle, le saccharose, qui y est presque toujours entièrement hydrolysé et absorbé par les ramifications de la veine porte, échappe parfois en partie à la digestion et parvient ainsi jusqu'au gros intestin. Ces cas se présentent lorsqu'il est contenu dans la pulpe de betteraves, de carottes, de dates, de raisins secs ou de figues, en raison de la texture serrée de leur réseau protecteur cellulosique.

* * *

Pratique rationnelle de la lacto-bactériothérapie intestinale

Entrons dans les détails de cette pratique appliquée conformément aux données acquises et exposées tout le long de cette étude.

Son objectif et les limites de son application.

La lacto-bactériothérapie vise essentiellement le rétablissement de l'équilibre alimentaire rompu par suite de l'alimentation pauvre en substances glucidiques appropriées (énumérées ci-dessus) et par contre, presque toujours, trop chargée de matières protidiques, riches en résidus indigestibles. Le régime alimentaire défectueux en question est ici la cause directe (à l'exception de toute autre cause possible) des putréfactions intestinales anormalement développées. Il en résulte le *dysmicrobisme* de caractère nettement *putréfactif*.

Les sous-produits de l'activité microbienne intestinale ainsi déréglée, parmi lesquels la plupart sont directement ou indirectement franchement nocifs (on peut les appeler les « *poisons endogènes* »), s'accumulent à une forte concentration et provoquent de véritables intoxications de l'organisme agissant aussi bien sur le sang, sur le foie, sur la muqueuse intestinale, que sur le système nerveux autonome. Les troubles pathologiques les plus divers et parfois même inattendus sont, tôt ou tard, la conséquence immédiate de ces auto-intoxications d'origine microbienne intestinale et, en fin de compte, de l'alimentation profondément déséquilibrée (1).

Le moyen de lutte tout indiqué et le plus sûr contre ces troubles est certainement l'équilibrage du régime fautif par la médication naturelle de METCHNIKOFF. Les chiffres de la constante fécale accusant un taux d'ammoniaque supérieur à 3 ml et celui des acides organiques inférieurs à 14 ml délimitent la zone du déséquilibre de régime corrigible par ce traitement. La zone ainsi déterminée est celle des putréfactions intestinales primitives, c'est-à-dire non secondaires ; ces dernières sont consécutives aux fermentations intervenues violemment en premier lieu (voir plus haut).

Les putréfactions secondaires fournissent simultanément les valeurs d'acides organiques dépassant 16 ml et ne peuvent évidemment pas être combattues immédiatement par la cure lacto-bactérienne, car ce serait alors mettre de l'huile sur le feu et aggraver dangereusement les troubles visés.

---

(1) Le type du dysmicrobisme à putréfaction excessive n'est pas le seul à provoquer des auto-intoxications d'origine intestinale. — Tous les types du dysmicrobisme, agissant à la fo s sur les substrats protidiques et glucidiques, fournissent les substances toxiques en quantités manifestement préjudiciables à la santé.

* * *

Apportons quelques précisions à propos des *symptômes courants d'auto-intoxications intestinales consécutives au dysmicrobisme d'origine alimentaire.*

Comme nous l'avons déjà dit précédemment, le dysmicrobisme, au sens le plus large, ouvre la voie, par suite des auto-intoxications intestinales qu'il engendre, à toutes sortes de troubles pouvant affecter n'importe quel secteur corporel, voire même l'organisme entier.

A titre d'informations instructives et profitables, on trouvera ci-dessous un bref aperçu sur les symptômes courants, disons plutôt « *signes avertisseurs* », se rapportant au commencement des effets d'auto-intoxications intestinales occasionnées par la consommation insuffisante d'aliments glucidiques, accompagnée généralement d'un véritable abus d'aliments azotés (protides). La connaissance de ces signes avertisseurs, ajoutée aux données du bilan nutritif détaillé et consciencieusement dressé de nos menus, suffit ordinairement pour nous renseigner sur la présence quasi certaine des malaises, tout au moins assez banaux, sans gravité et apparemment inoffensifs, conséquence inévitable de nos erreurs alimentaires constamment répétées et qui risquent de devenir facilement une mauvaise habitude assez fréquente.

Certaines circonstances existentielles de caractère périodique, saisonnier ou imprévu, favorisent grandement cette pratique d'alimentation absolument illogique et profondément déséquilibrée. Qu'on en juge : temps de vacances — succession de festivités — longs voyages d'affaires — modifications culinaires brusques se caractérisant par des mets plus alléchants et plus plantureux — passages subits et abusifs aux régimes particuliers, trop carnés (période de chasse et de pêche), etc.

Les signes avertisseurs, signal d'alarme infaillible de l'organisme contre le danger menaçant, sont très nombreux, varient d'un individu à l'autre et se trouvent rarement assemblés chez le même sujet. En voici les plus courants et à portée de l'esprit d'observation de toute personne avisée : une sensation anormale de malaise et de fatigue générale — des douleurs abdominales imprécises et diffuses — des maux de tête et l'irritabilité soudaine et irraisonnée du caractère — l'appétit très capricieux et passant brusquement de la faim insatiable à la véritable anorexie — la mauvaise haleine — la langue fortement chargée d'un dépôt épais et blanchâtre — des crises de salivation et de la soif persistante — des constipations fréquentes, entrecoupées parfois de manifestations diarrhéiques violentes et spasmodiques, etc.

Il est alors grand temps de suivre la cure de désintoxication au *Kherân* ou au yoghourt de bonne qualité et de se nourrir convenablement (au sens physiologique de ce mot, bien entendu) ensuite, ce qui est encore mieux, de consulter le médecin (car lui seul est apte à interpréter correctement la présence toujours possible des symptômes superposables à d'autres affections).

* * *

La cure de désintoxication au Kherân ou au Yoghourt.

Étant avant tout essentiellement diététique (1), la pratique de la thérapeutique lacto-bactérienne doit nécessairement être accompagnée, pour produire tout son effet utile, d'un régime alimentaire convenable et dont la vigueur variera évidemment suivant le degré d'intensité de l'auto-intoxication et les particularités digestives individuelles. Conséquemment aux renseignements dispensés à suffisance dans les pages précédentes, on conclut que le régime en question sera strictement conforme aux quatre directives suivantes :

1º — Restreindre au maximum la consommation des aliments protidiques et principalement ceux d'origine animale, sauf les protéines du lait, qui sont des protéines complètes, de qualité supérieure, parfaitement digestibles et qui ne surchargent pas l'intestin.

2º — Accroître la consommation des aliments glucidiques et notamment ceux capables d'apporter dans le côlon les glucides indispensables au développement normal de la flore lactique locale.

3º — Donner la préférence aux aliments bien divisés, facilement digestibles et ne laissant qu'un minimum de résidus.

4º — Assurer la dilution considérable du contenu intestinal par apports suffisants et fréquents d'eau.

La fluidité accrue favorise le péristaltisme et le transit du chyme et de la masse fécale, d'où le ralentissement de l'activité de la microflore alcalinogène dans le côlon, dont l'épanouissement démesuré est fréquemment favorisé par la stagnation des matières excrémentielles durcies. En outre, la déshydratation du contenu intestinal refrène dans une certaine mesure les fermentations acidogènes, en provoquant souvent l'émission de selles moulées et très riches en glucides non utilisés.

Dans une forme d'application courante, particulièrement avantageuse, la cure de *Kherân* pour adultes, produisant les plus heureux effets à l'égard de la régularisation des fonctions microbiennes intestinales, consiste tout simplement en ceci :

---

(1) Réserve formulée au sujet des interventions curatives, hautement probables, de la part des bactéries lactiques ingérées et qui agissent dans ce sens par des substances complexes, encore très peu précisées, élaborées par ces micro-organismes, soit dans le milieu de culture (en l'occurrence le *Kherân*), soit *in vivo*. — La désintoxication intestinale s'effectue très vraisemblablement par le mécanisme des réactions biochimiques favorables entre certaines de ces substances (entre autres : la lactoflavine et des cénapses cellulaires microbiennes douées de propriétés réactives particulières, etc.) et les produits toxiques résultant du dysmicrobisme. D'après J. Leva, par exemple, la diminution constatée en cette occasion du taux fécal des phénols, des acides volatils et des acides aromatiques est la conséquence directe des réactions susmentionnées.

1° Prendre le matin, à jeun, une portion de *Kherân* (± 175 g) sucrée à volonté (miel, sucre, confiture). L'estomac, l'intestin grêle et le côlon ascendant étant à ce moment vides d'aliments, le *Kherân* ingéré, tout en agissant comme antiseptique puissant par son acide lactique, contribue simultanément au maximum à la désintoxication de l'organisme.

2° Le petit déjeuner qui suivra, une demi-heure environ après, sera composé d'un quart de litre de lait additionné ou non d'un peu de café, de thé, de cacao ou de chocolat et de quatre ou cinq biscottes sèches ou légèrement beurrées.

N. B. — Pour le goûter : sensiblement le même menu.

3° Prendre à chacun des deux principaux repas, comme entremet ou dessert, une portion de *Kherân* (± 175 g) et conformer le choix des mets aux indications du régime alimentaire données plus loin.

4° La durée de la cure : huit jours environ.

5° En revenant au régime normal, on conserve l'usage régulier du *Kherân*, à la dose moyenne de 500 g par jour, répartie entre tous les repas. De plus, on évitera avec soin le retour des erreurs alimentaires qui seraient de nature à favoriser la réapparition des anomalies de dysmicrobisme intestinal (1).

* * *

Orientations diététiques. Choix qualitatif et quantitatif des aliments.

Nous faisons observer qu'il ne s'agit nullement ici d'un régime carencé proprement dit, mais plutôt d'une composition intentionnellement orientée des rations alimentaires, contribuant à la fois au rétablissement rapide d'un équilibre microbien heureux et à l'efficacité de l'effet désintoxiquant de la cure.

I. — *Viandes, produits de la pêche, œufs.*

Sources de protéines animales très précieuses.

Réduire le plus possible leur consommation et particulièrement celle de la viande. Limiter leur usage à un seul repas (celui de midi) et faire varier leur choix : manger tantôt de la viande, tantôt du poisson, tantôt des œufs.

Équivalents (substitution mutuelle) : 100 g nets (partie comestible) de viande de boucherie = 100 g nets de poisson = 2 œufs.

Viandes.

La quantité journalière largement suffisante pour un adulte (70 kg) d'âge

(1) Le lecteur désireux de se renseigner sur ces erreurs et l'application pratique facile des préceptes de l'alimentation rationnelle bien équilibrée, trouvera grand profit à consulter l'excellente étude, hautement explicite, signée par Lucie Randoin et ses collaborateurs : « Les rations alimentaires équilibrées », éditée par la Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire, Librairie J. Lanoire, Paris.

et d'activité moyens sera notablement au-dessous de 75 g. Pas de viande crue, peu cuite ou trop grasse. Pas de gibier et surtout pas de charcuterie (viande généralement de qualité douteuse, trop grasse et fortement épicée). A préférer : jambon cuit, maigre et volaille rôtie.

Produits de la pêche.

Les poissons doivent également être consommés bien cuits. Pas de poissons gras (alose, anguille, hareng, lamproie, maquereau, sardine, saumon, thon etc.) qui sont les moins digestes.

Les crustacés sont à éviter en raison du risque possible d'intolérance digestive, cutanée ou générale.

Œufs.

Cuits bien durs et associés de préférence à la farine ou à la purée de pommes de terre, de légumes, etc.

II. — *Corps gras.*

Sources calorigènes par excellence, utilisées par priorité dans l'économie thermique interne du corps ; facteurs histogénétiques de premier ordre ; supports naturels des vitamines liposolubles ; contribuent en partie à assurer la lubrification du tube intestinal. Ceux qui sont ingérés à l'état d'émulsion ou s'émulsionnent aisément dans le tube digestif, se digèrent le plus facilement : lait, crème, beurre, margarine.

Les expériences cliniques montrent d'une manière évidente que de tous les principaux constituants de rations alimentaires, c'est la graisse qui est généralement le moins bien tolérée en cas de dérangements d'origine digestive. Se contenter uniquement de l'usage très modéré de la crème fraîche et du beurre frais à table. Éviter absolument les graisses cuites dont la digestibilité se trouve notablement diminuée.

III. — *Produits laitiers* (lait, fromages, etc.).

Aliments d'une grande valeur thérapeutique.

Le lait.

Non seulement aucun aliment ne lui est supérieur et incapable de participer d'une manière aussi efficiente que lui à l'équilibrage des rations, mais de plus sa consommation suffisante quotidienne augmente la résistance de l'organisme à toutes les infections. On connaît l'action protectrice de sa caséine (attribuable à la méthionine ainsi qu'à la cystine et la choline) empêchant la cellule hépatique de subir la dégénérescence graisseuse.

Personne n'ignore que le lait est un excellent antidote dans les empoisonnements par des alcaloïdes, des poisons métalliques et des substances âcres et irritantes en général.

Les effets positifs (tout au moins partiels et très souvent même complets) bien marqués et immédiats, obtenus par le régime lacté lors des troubles nerveux, attirent de plus en plus l'attention des milieux médicaux.

Le caillé bien égoutté du lait écrémé constitue une des bases de régimes azotés-protidiques, n'entraînant pas de putréfactions et capables de diminuer les fermentations intestinales. Il s'ensuit que la substitution partielle du fromage aux aliments azotés courants (viandes, poissons, œufs) est hautement désirable. Le fromage apporte non seulement des matières grasses animales convenant le plus à l'intestin dérangé et les éléments minéraux d'importance capitale (dans le Gruyère : Ca = 0,9 % et P = 0,6 %), mais aussi et surtout les protéines de très haute valeur biologique (supérieure à celle de la viande, d'après le professeur S. Visco) et cela sous forme très concentrée. On choisira de préférence les fromages du type Gruyère ou Emmenthal (fromage cuits à pâte dure). Dans ces fromages, la plus grande partie de la caséine est transformée en polypeptides, d'où la digestibilité accrue, et les lipides se trouvent partiellement saponifiés.

Équivalents (substitution mutuelle en tant que source de protides) : 100 g nets de viande de boucherie = 60 g nets de Gruyère ou Emmenthal.

N. B. — L'apport insuffisant du lait en nature (aliment complet) ne peut être que partiellement suppléé par la consommation accrue de fromage. Néanmoins son utilisation comme complément précieux (concentré, très digestif, nutritif et fort assaisonnant) est grandement souhaitable, même lorsque le lait en nature entre en suffisance dans les rations habituelles saines. La quantité journalière normale convenant à l'adulte (70 kg) d'âge et d'activité moyens est de 40 g (fromage à 34 % d'humidité), de préférence le soir.

IV. — *Aliments farineux et aliments sucrés.*

Sources de glucides, substances spécifiquement énergétiques.

D'une façon générale, le régime mitigé, particulièrement adapté à la cure lacto-bactérienne sera à base d'aliments lactés, amylacés et sucrés. Dès lors la présence bien considérable de ces deux derniers aliments dans les rations est tout indiquée.

Aliments farineux.

Pâtes alimentaires bien cuites (macaroni, spaghetti, vermicelle, semoules, cornettes, nouilles), biscottes, biscuits, croquets, gaufrettes, pain bien grillé, pudding, riz, tapioca, etc.

Aliments sucrés.

Miel, confitures, sucre.

V. — *Légumes et fruits.*

Sources de glucides. A quelques exceptions près (fruits oléagineux par exemple : amandes, noix, noisettes, olives), contiennent peu de protides et de lipides. Seuls approvisionneurs universels naturels en vitamine C.

Ils sont riches en acides organiques et en sels. Ils ont une action adsorbante souvent très considérable et un rôle mécanique important : assurent à la masse intestinale le volume indispensable au péristaltisme normal et régulier.

Leurs matières nutritives ne sont pas directement accessibles à l'action des sucs digestifs à cause de la membrane protectrice de nature cellulosique.

La cuisson et la réduction en purée augmentent leur digestibilité. Se tenir à cette pratique rationnelle. Pourtant les dattes, les raisins secs, les figues sèches, les prunaux, etc. peuvent être consommés crus (voir plus haut).

Éviter les légumineuses (fèves, haricots, pois, lentilles, soja) en raison de leur teneur élevée en protides (elles en contiennent à l'état sec au moins 23 %), très favorables aux putréfactions.

VI. — *Boissons.*

Les raisons réclamant la fluidité prononcée du contenu intestinal ont été exposées précédemment.

Augmenter la consommation des bouillons et des potages de légumes. Boire souvent et en suffisance : de l'eau, du lait, de l'infusion de malt, du thé de camomille, de menthe ou de tilleul, des eaux minérales. Éviter le thé ou le café très forts et l'alcool.

* * *

Détails caractéristiques de l'action diététique des laits fermentés et notamment du Kherân.

Dès son arrivée dans l'estomac, il se produit au contact du suc gastrique la rétraction de la masse de caséine, déjà finement gélifiée avant son ingestion (voir « *Kherân* », p. 28) et qui sera ensuite totalement et facilement digérée à la fois par l'estomac, le suc pancréatique et l'érepsine intestinale. Il s'ensuit la séparation du lacto-sérum, liquide isotonique, éminemment fermentescible et ne faisant que traverser rapidement l'estomac (1).

Lors de l'ingestion du *Kherân*, son acidité déclenche le réflexe duodéno-pylorique, lequel freine l'écoulement du lacto-sérum par le pylore et empêche ainsi son envahissement massif de l'intestin grêle. Ce freinage permet d'éviter les manifestations brutales fermentatives débutant alors prématurément plus haut que la fin de l'iléon. L'apparition de ces fermentations prématurées violentes provoque, comme nous l'avons déjà vu précédemment, l'irritation de la muqueuse intestinale au passage des matières trop acides et est souvent, de cette façon, cause de putréfactions secondaires.

Le sérum lactique est un agent thérapeutique par excellence pour combattre les putréfactions excessives et permet de transformer à volonté une selle de putréfaction en selle de fermentation. Le lacto-sérum exerce en même temps

---

(1) Ce qui se produit toujours avec du lait en nature, non acidifié, ingéré hâtivement, copieusement et sans être mélangé aux autres aliments (farineux par exemple) qui l'épaississent et lui font perdre dans l'estomac sa propriété de liquide très fluide, tout en rendant son caillot moins rétractile.

une action cholagogue appréciable et agit aussi comme laxatif doux par son lactose. De plus, par les protides qu'il renferme et surtout par ses sels de calcium et ses phophates acides, la fermentation du lactose se fait dans les meilleures conditions ; c'est un bouillon de culture idéal pour les ferments lactiques.

A signaler aussi incidemment que le *Kherân*, aliment prédigéré, très facilement attaquable par les sucs gastrique et intestinaux, aliment dont la plupart des composants sont directement absorbables dans le grêle, est tout indiqué lors de l'insuffisance pancréatique.

Rappelons enfin, pour terminer, deux importantes propriétés conférées au lait par la fermentation lactique et qui se trouvent évidemment dans le *Kherân* : une forte neutralisation des substances tampons du milieu lacté et l'acquisition du pouvoir bactéricide salutaire.

BIBLIOGRAPHIE

Documentation complémentaire s'ajoutant a celle du « *KHERÂN* »

1. T. Baumgärtel. *Physiologie et pathologie de la flore intestinale humaine.* Milchwissenschaft, t. IV, 1949.
2. A. Goris, A. Liot et André Goris. *Ferments lactiques.* Pharmacie Galénique, t. II, Paris.
3. M. Van Hauwaert. *La détermination de la valeur biologique des ferments lactiques.* Journal de la Pharmacie de Belgique, n° 8, 1935.
4. N. Kopytine. *Kherân, lait fermenté des Tatars de Sibérie.* Annales de Gembloux, n° 1, 1956.
5. J. Leva. *Zur Beurteilung der Wirkung des Lactobacillus und der Yogurtmilch.* Ber. Klin. Woch., 1908, Berlin.

A. Thépenier. *La base scientifique de la médication par les ferments lactiques.* Revue de Pathologie Comparée, 1932.

Le greffage au service de la sylviculture

par

P. GATHY,
Ingénieur Agronome Gx.,
Assistant à la Station de Recherches des Eaux et Forêts à Groenendaal.

INTRODUCTION

C'est aux environs de 1930 que le forestier danois Syrach LARSEN eut l'idée d'appliquer des méthodes de multiplication végétative aux arbres forestiers en vue de conserver et de propager les qualités génotypiques de certains individus.

Il s'agissait bien là de procédés révolutionnaires, et je crois qu'à l'heure actuelle encore, plus d'un forestier serait surpris de constater l'importance qu'ont prise le bouturage et surtout le greffage dans les travaux des Stations de Recherches forestières. Nombreux sont ceux pour qui les arbres forestiers ne se greffent pas ou se greffent très difficilement ; c'était d'ailleurs ce qu'enseignaient, jusqu'il y a quelques années, les manuels de sylviculture.

Pourtant, depuis longtemps les horticulteurs utilisent le greffage et le bouturage pour multiplier maintes variétés ornementales d'espèces forestières : *Picea pungens kosteriana glauca, Cedrus atlantica aurea, Taxus baccata hybernica, Acer palmatum atropurpureum,* etc. Le succès des techniques utilisées est très variable suivant l'espèce, la variété, les conditions extérieures, l'état de végétation du sujet et du greffon, etc ..., mais il est certain que depuis plusieurs centaines d'années ces pratiques sont courantes et satisfont leurs utilisateurs. Les Romains du reste, déjà bien avant Jésus-Christ, étaient de fervents greffeurs (CATON, PLINE).

Dans certains cas le greffage a même eu son application en forêt et BALTET rapporte qu'on a transformé, à Fontainebleau et dans les forêts de Haute-Marne vers les années 1840, des milliers de Pins sylvestres en Pins laricios par la greffe terminale herbacée aux mois de mai-juin (BALTET, 1922).

Certaines essences se prêtent à un bouturage en grand et de remarquables documents photographiques du livre de Syrach LARSEN nous montrent des peuplements de *Cryptomeria japonica* et de *Pinus radiata* issus de boutures (Syrach LARSEN, 1956). Les Japonais classent leurs *Cryptomeria japonica* en différents clones, un peu comme nous faisons avec le peuplier. Mais ce sont là des exceptions.

Tout autre est la propagation par bouturage des types de peupliers hybrides noirs américains dont la culture a pris une telle extension dans nos pays.

En effet, il ne peut être question de multiplier les arbres par la graine et de produire ainsi des descendances hétérogènes et sans aucune valeur, alors que la multiplication par bouture est si aisée et conserve intégralement des types uniques, issus du hasard d'un croisement et présentant des caractères de production, de forme, de qualité et de résistance à certains parasites, parfois difficilement égalables. Il s'agit, en réalité, de formes « super améliorées », si nous pouvons parler ainsi, qui accusent une uniformité génétique exceptionnelle et risquent par le fait même d'être la proie d'un parasite quelconque. Le cas actuel du *Dothichiza populea* ravageant les pépinières et les jeunes plantations de *Populus robusta* en est une triste démonstration.

Mais le peuplier constitue un arbre « à part » en sylviculture et nous n'avons pas l'intention de parler de sa multiplication végétative qui ne pose pas de problème.

Le greffage.

Le greffage est sutout utilisé par les généticiens forestiers et il est considéré comme la clé de l'amélioration des arbres forestiers par la méthode de la sélection individuelle (BOUVAREL, 1955). Rappelons que la génétique forestière applique aux essences forestières deux méthodes d'amélioration.

1. L'hybridation interspécifique qui tend à créer des types nouveaux, présentant soit de l'heterosis (*hybrid-vigour*), soit des combinaisons de caractères présents chez les deux parents.

2. La sélection individuelle qui consiste à choisir, au milieu des populations que constituent les peuplements forestiers, des individus considérés comme supérieurs à la moyenne selon certains critères, en vue de leur faire produire de la graine de valeur génotypique élevée.

Cette deuxième méthode qui est à l'honneur dans la plupart des pays et pour la plupart des essences, applique le processus suivant :

1. choix des arbres « plus » ou arbres présumés d'élite ;
2. tests de descendance destinés à déceler la valeur génotypique des arbres d'élite phénotypiques choisis ;
3. multiplication végétative des arbres d'élite (greffage surtout) ;
4. création de vergers à graines en vue de la production en grand de graines, par l'hybridation intraspécifique de tous les arbres d'élite sélectionnés (BOUVAREL, 1955 ; GATHY, 1956).

Avantages de la greffe.

En général et plus particulièrement dans le cadre de l'amélioration des arbres forestiers, la greffe offre les avantages suivants :

1. elle conserve intégralement les individus d'élite, rendant ainsi le généticien indépendant de la disparition accidentelle d'un arbre en forêt ; elle perpétue ainsi certaines combinaisons géniques qui s'avèrent intéressantes ;
2. elle permet de multiplier ces arbres « plus » à un nombre infini d'exemplaires ;

3. elle rend accessible les sujets d'élite et offre la possibilité de faire des pollinisations contrôlées et des essais divers ;

4. comme les sujets issus du greffage reproduisent exactement les qualités de forme et de résistance aux parasites de l'arbre-mère, il est possible de comparer les clones de plusieurs arbres « plus » entre eux ; il s'agit ici d'une variante des tests de descendance (*tree-shows*) ;

5. enfin, on constate que les sujets issus du greffage fructifient hâtivement, abondamment et régulièrement (Fig. 1). L'étranglement que constitue la greffe, induirait la formation d'une hormone stimulatrice. De plus, les greffons étant cueillis dans la cime d'arbres adultes, sont fructifères et gardent cette aptitude après le greffage. Pour ces raisons, les vergers à graines sont composés de sujets greffés.



Fig. 1. — Greffe de Pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.) faisant sa troisième pousse annuelle. Noter qu'elle a fleuri avec succès lors de sa deuxième année et qu'elle porte de nouveau une fleur femelle à l'extrémité de la dernière pousse.

Le greffage classique.

Depuis quelques années nous avons pu nous familiariser avec les méthodes de greffage des arbres forestiers, principalement des essences résineuses.

Le mode le plus couramment utilisé pour les résineux des genres *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga* est le greffage par placage de côté pendant les mois de décembre à mars (Fig. 2). Les sujets sont de petits plants, empotés si possible une année à l'avance. Leur âge n'a pas grande importance (2 à 5 ans).

mais par contre, le diamètre de la tige doit être égal à celui du greffon. Ils sont de la même espèce que le greffon ou d'une espèce voisine. En Suède, on a fréquemment greffé du Pin sylvestre et de l'Épicéa commun, respectivement sur *Pinus montana* et *Picea alba* dans le double espoir de réduire la croissance en hauteur de sujets après le greffage et de les amener à fructifier encore un peu plus précocement, ces deux essences ayant en effet, normalement, une croissance lente et une fructification hâtive. Ces essais n'ont d'ailleurs pas donné les résultats escomptés.



FIG. 2. — Greffe en placage de côté de Douglas *(Pseudotsuga taxifolia* BRITT.). Noter le mastiquage et la vigueur du greffon. Remarquer également les dimensions inusitées des pots permettant le développement d'un fort enracinement. Le sujet a été étêté pour être introduit dans la couche.

Le greffon est un rameau de l'année, vigoureux, sain, récolté dans la partie supérieure de l'arbre-mère. La greffe a lieu le plus vite possible après la récolte pour éviter toute perte par évaporation. Si pour une raison ou l'autre, on est obligé de faire attendre les greffons, on les place en frigo ou en glacière. Soigneusement intercalés avec des blocs de glace et à l'abri de l'évaporation, ils peuvent rester frais pendant plusieurs mois.

La réussite d'une greffe dépend d'une condition essentielle : il doit y avoir une différence entre l'état de végétation du sujet et celui du greffon ; le premier doit être en végétation alors que le second est au repos. Cette différence est réalisée artificiellement en introduisant les porte-greffes en serre chaude quelque temps avant le greffage que l'on pratique au moment du débourrement. Le raphia, la laine ou le coton servent indifféremment de lien. L'emploi de mastic est facultatif. Des expériences faites à l'étranger concluent à l'égalité des méthodes et nous connaissons des pépiniéristes qui ne se servent jamais de mastic. A Groenendaal, nous l'employons pour plus de sécurité. Souvent, en effet, le greffon n'a pas le même diamètre que le sujet et une surface génératrice reste ainsi à nu provoquant une dessiccation excessive.

Immédiatement après l'opération, qui se fait dans la serre chauffée à 15-16° C, les greffes sont mises à l'étouffée et elles y sont maintenues pendant six semaines environ.

Après une période d'adaptation au découvert, les greffes réussies sont transférées en serre froide ou sous couche, à l'extérieur, s'il n'y a pas de danger de gelée. Fréquemment, en effet, les greffons ont déjà commencé à pousser : ils sont donc très sensibles au froid. Le sevrage du sujet débute à ce moment ; il est progressif et ne sera complet que dans le courant de l'été.

Variantes.

A ce schéma, il existe de nombreuses variantes. La saison d'abord : le greffage des Pins réussit relativement bien s'il est pratiqué à la descente de la sève en serre froide au mois de septembre. Cette aptitude permet d'étaler l'utilisation d'une serre sur toute la saison d'hiver.

On peut réussir certaines greffes à l'extérieur également. Les généticiens scandinaves et allemands se sont en effet émus du prix de revient des greffes faites en serre. Elles exigent de nombreuses manipulations, ainsi que des installations (serre, chauffage) assez coûteuses. Ils pratiquent actuellement beaucoup de greffes en pépinière à la montée de la sève au printemps et ils sont satisfaits du résultat. Nous restons pourtant partisans du greffage en serre pour de nombreuses raisons. Un essai de greffage sur le Douglas (*Pseudotsuga taxifolia* BRITT.) nous a donné en pépinière une réussite de 60 % alors qu'en serre nous avons obtenu 90 % de reprise. Les greffes en pépinière sont plus fatigantes à réaliser et sont sujettes aux intempéries : grêle, vent, sécheresse. De plus, lors de l'installation définitive en verger, les greffes faites en serre, étant en pot, sont assurées d'une reprise de 100 %, tandis que les greffes de pépinière subiront le déchet normal d'une transplantation.

Nous opérons au printemps à la montée de la sève pour les mélèzes (*Larix europaea* DC. et *L. leptolepis* MURR.). Pour les feuillus, chêne et hêtre, notre expérience est réduite mais il semble bien que le greffage en plein air donne des résultats analogues au greffage en serre (KRAHL-URBAN, 1955). Pour ces trois essences, il ne faut évidemment pas craindre une évaporation excessive comme pour les résineux, puisque les greffons sont dépourvus de feuilles.

Une autre variante fréquente est le mode de greffage utilisé : en plus du placage de côté avec ou sans maintien d'écorce au sujet, on utilise la greffe en fente (Mélèze, feuillus, Douglas, Pin en pépinière), la greffe en couronne (feuillus), en incrustation (Pin, feuillus), à l'anglaise (feuillus), et l'écussonnage (feuillus). A notre avis, le mode de greffage n'a pas l'importance qu'on lui attribue parfois. L'aptitude de l'espèce à se greffer (à cicatriser ses plaies) est certainement prépondérante et des essais sur le Douglas et sur *Abies grandis* nous ont prouvé que, pour ces essences au moins, la fente réussit aussi bien que le placage. Elle offre même les avantages de se pratiquer plus aisément, de pouvoir utiliser sans danger des greffons de diamètre plus petit que les sujets et de donner une pousse plus vigoureuse dès le début, car le greffon profite de tout l'afflux de sève (Fig. 3).



FIG. 3. — Deux greffes de Douglas *(Pseudotsuga taxifolia* BRITT.), âgées de trois mois, après le sevrage définitif. Celle de gauche a été faite en placage et celle de droite en fente. Noter la vigueur de cette dernière.

Citons encore comme méthode de greffe : la greffe herbacée des Pins, rapportée par BALTET. Le sujet est au stade de la toute jeune pousse en mai-juin. Le greffon, au même stade est introduit en fente dans le bourgeon terminal.

Résultats.

Les résultats des greffages varient considérablement suivant divers facteurs.

— L'*essence* d'abord : Douglas : 80 à 90 %, Pins : 50 à 70 %, Épicéa : 30 à 40% parfois plus, Sapins : 30 à 50%, Mélèzes : 30 à 50% en plein air et 80 à 90% en serre, feuillus : 50 à 70% (KRAHL-URBAN) ; ces chiffres sont des moyennes dans de bonnes conditions : un résultat de 10% avec l'épicéa n'est pas rare par exemple.

— Le *milieu de greffage* : serre ou pépinière (voir ci-dessus).

— La *météorologie* : une période sèche après une opération en plein air ou une période trop chaude après un greffage en serre en septembre peuvent jouer un rôle néfaste.

— La *santé et la vigueur des porte-greffes* ainsi que la *vigueur et la fraîcheur des greffons* surtout : ces qualités sont essentielles à une bonne réussite.

— La *différence plus ou moins nette d'état de végétation* : les greffons récoltés alors que la sève est déjà légèrement en mouvement, occasionnent un déchet plus important.

— Enfin, un facteur qui n'est pas souvent souligné est la *faculté individuelle des arbres à se greffer.*

On observe, par exemple, que 2 arbres voisins, dont les greffons sont récoltés et greffés dans des conditions identiques, donnent respectivement 75 % et 5 % de réussite. Il s'agit bien d'une aptitude individuelle à la multiplication végétative car nous avons pu constater, lors d'un essai de bouturage concomitant à un greffage d'épicéas, que les arbres qui se greffaient très mal se bouturaient également très mal. C'est là un inconvénient sérieux dans notre travail, car pour créer un verger bien équilibré, il est nécessaire d'y introduire le même nombre de pieds par clone. Or, au moment de la récolte des greffons, nous ignorons l'aptitude des arbres à se greffer et, pour combler la lacune chez les arbres inaptes, nous devons soit grimper à nouveau sur les arbres-mères, soit attendre que les quelques greffes réussies puissent produire des greffons. De toute façon, cela représente plusieurs années perdues et une certaine désorganisation des travaux.

Bouturage.

Ceci nous amène à dire quelques mots du bouturage : il a certains avantages que nous avons attribués au greffage, mais il présente le gros inconvénient pour notre travail de sélection et de création de vergers à graines, de ne pas hâter la mise à fruit des sujets qui en sont issus (voir le point 5 des avantages de la greffe p. 94). Par contre pour les tests de descendance, il pourrait acquérir toute sa valeur car les sujets issus de boutures sont entièrement de la même valeur génotypique que l'arbre-mère tandis que ceux issus de greffes dépendent du système radiculaire du sujet. Or, génétiquement, tous les sujets sont différents. C'est pour cette raison que nous ne pouvons comparer la croissance de deux clones greffés, dans l'état actuel de nos connaissances tout au moins.

Malheureusement, les essences résineuses courantes se prêtent difficilement au bouturage. Seul l'épicéa donne certains résultats. L'emploi de substances de croissance, essayées par de nombreux chercheurs, n'a pas donné de résultats probants (Muhle Larsen, 1955).

Nous nous en sommes tenu aux grandes lignes du sujet car il n'est pas possible d'entrer dans tous les détails d'une technique aussi spécialisée.

Nombreuses sont encore les recherches en cours tendant à augmenter les pourcentages de reprises et à diminuer le coût des travaux de greffage et de bouturage. Nous n'en parlerons pas. Nous signalons toutefois au lecteur que la chose intéresse particulièrement, l'excellente étude bibliographique de BOUVAREL (1956).

Pour nous, il nous suffit d'avoir soulevé pour les lecteurs des « Annales de Gembloux » un coin du voile qui couvrait cette matière peu connue qu'est la multiplication végétative des arbres forestiers.

BIBLIOGRAPHIE

BALTET, Ch. *L'art de greffer.* Éd. Masson, Paris, 1922.

BOUVAREL, P. *La sélection individuelle des arbres forestiers (résineux) à la Station de Recherches et Expériences forestières.* Rev. For. Franç., octobre 1955, pp. 785-807.

BOUVAREL, P. *Génétique forestière et amélioration des arbres forestiers.* Bull. Soc. Bot. France, t. 103, 1956, p. 357.

GATHY, P. *Aperçu des recherches en matière de génétique forestière.* Bull. Soc. Roy. For. Belgique, octobre 1956, pp. 393-433.

KRAHL-URBAN, J. und POTT, H. *Erfahrungen bei Eichen und Buchenpropfungen.* Zeitschrift fur Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 4 B., 1955, pp. 58-64.

LARSEN Syrach, C. *Genetics in silviculture.* Oliver and Boyd, London, 1956.

LARSEN MUHLE, C. *The seasonal variation in the natural rooting capacity of cuttings of Norway spruce and Sitka spruce.* Zeitschrift fur Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 4 B., 1955, pp. 69-80.

Bibliographie

LES LIVRES

E. M. Nicholson. — *Britain's nature reserves* (Les réserves naturelles de la Grande-Bretagne). 175 p., 65 photos. Country Life Ltd., London, 1957. Prix : 30 s.

Avec un rare talent d'évocation, E. M. Nicholson donne tous détails utiles sur les réserves naturelles de la Grande-Bretagne : situation, délimitation et superficie ; agréments touristiques ; instruments de travail pour les savants et les naturalistes ; conditions d'accès ; réserves végétales, colonies animales et paysages protégés.

A. I. Oparin. — *The origin of life on the earth* (L'origine de la vie sur la terre). Traduit du russe par Ann Synge. 3e éd. revue et augmentée. XVIII-300 p., 42 fig. Oliver and Boyd, London, 1957. Prix : 35 s.

L'académicien soviétique propose une version des origines de la vie qui rejette la thèse de la création et les explications des « théologistes ». Les tenants de l'école biologiste matérialiste sont convaincus que la vie est née de matériaux inorganiques et qu'elle est apparue, à un moment donné, comme une qualité nouvelle du processus évolutif du développement général de la matière. Oparine explique comment se sont formés successivement les hydrates de carbone et leurs dérivés, les substances organiques de plus en plus complexes et les systèmes multimoléculaires.

Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge. — *Exploration du Parc National de la Garamba. Mission H. De Saeger. Fascicule* 6. *Le milieu climatique*, par A. Noirfalise. 75 p., 15 fig. Impr. Marcel Hayez, Bruxelles, 1956.

Les promoteurs de la mission d'exploration du Parc National de la Garamba avaient insisté, dès le début, sur la nécessité de doubler l'inventaire botanique et zoologique d'une prospection écologique du territoire. Ils avaient souligné le rôle fondamental de l'analyse du climat dans le plan d'une telle recherche. Dans le présent travail, le professeur Noirfalise dégage les caractéristiques du climat régional du Parc dont il étudie les vents, les précipitations, la température, l'humidité et la sécheresse de l'air. Il précise aussi les nuances des climats locaux et microclimats au niveau des formations végétales les plus représentatives : la savane, les groupements forestiers, les milieux aquatiques et palustres.

E. M. Pantelouris. — *A handbook of animal physiology* (Traité de physiologie animale). 255 p., 58 fig. Baillière, Tindall and Cox, London, 1957. Prix : 25 s.

Le présent manuel de physiologie animale sera d'un grand secours aux étudiants en sciences vétérinaires, biologiques et agricoles. Il servira d'introduction à l'examen des travaux plus détaillés que signale un index bibliographique abondant. Les nerfs, les réflexes, la nutrition, la digestion, les processus du métabolisme, le milieu interne et sa régulation, les fonctions de la reproduction, la détermination du sexe, la parthénogénèse, la lactation sont autant de questions traitées magistralement. L'auteur ne craint pas de souligner les points de vue controversés et les problèmes non résolus à ce jour.

J. L. STOVES. — *Fibre microscopy* (Microscopie des fibres). 286 p., 210 fig. National Trade Press, London, 1957. Prix : 50 s.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux principes généraux de la microscopie, à l'emploi des diverses sortes de microscope, à la photomicrographie, etc. La deuxième partie traite de la microscopie des fibres animales, végétales, minérales et synthétiques. Elle expose les méthodes de préparation des fibres pour l'examen microscopique et donne des exemples d'applications techniques de la microscopie des fibres à la pratique industrielle. Une bibliographie spéciale termine chaque chapitre.

R. TATON. — *Reason and chance in scientific discovery* (Raison et hasard dans la découverte scientifique). Traduit du français par A. J. POMERANS. 171 p., 6 fig., 32 pl. hors-texte. Prix : 30 s.

Le docteur TATON suppute ce qui revient à la recherche systématique et à la logique inventive et ce qui relève du hasard, de la chance, voire même de l'erreur, dans les découvertes faites dans les différents domaines des sciences théoriques et expérimentales. Il jette de singulières lumières sur le processus de l'invention « dirigée » et sur les facteurs qui interviennent dans les trouvailles scientifiques. Il traite plus particulièrement de certains aspects et incidences des découvertes, de la lutte contre la routine et des résultats scientifiques en tant que reflets d'une civilisation ou d'une époque.

EDM. W. HODGE. — *Enjoying the Lakes* (Le charme de la région des Lacs). 221 p., 32 ill. hors texte. Oliver and Boyd, London, 1957. Prix: 21 s.

De tout temps, le district des Lacs, en Grande-Bretagne, a séduit les écrivains, les peintres et les naturalistes. Les lacs ont été les objets primordiaux des scènes romantiques au cours des deux cents dernières années. Le plaidoyer de l'auteur vise à transformer la région des Lacs en un parc national.

M. MACMILLAN. — *The land of look behind. A study of Jamaica* (Un pays vivant sur son passé : la Jamaïque). 224 p., 29 ill. hors texte, 1 carte. Faber, London, 1957. Prix : 21s.

Impressions d'un voyage à la Jamaïque. Vicissitudes de cette île des Antilles depuis l'occupation espagnole jusqu'à nos jours, en passant par la conquête anglaise. Ressources touristiques. Agriculture, industrie, économie. Vie des habitants. Perspectives d'avenir.

P. GRISVARD. — *La taille des arbres fruitiers (poiriers et pommiers).* 132 p., 248 fig. La Maison Rustique, Paris, 1957. Prix : 680 fr. fr.

Grâce à la taille bien conçue, l'homme aide et conduit la nature à faire fructifier les arbres. L'auteur transmet aux amateurs l'essentiel des connaissances qu'il a acquises en la matière. Il envisage les nécessités vitales des essences fruitières : la recherche de la nourriture, son transport, son utilisation, son stockage éventuel. Il expose la mise en place des coursonnes et les éléments constitutifs de celles-ci. S'appuyant sur des dessins très suggestifs, il commente 216 cas types de la taille du poirier et du pommier. Il complète son travail par quelques indications sur le pincement et la taille en vert.

XXX. — *Les politiques agricoles en Europe et en Amérique du Nord. La politique des prix et des revenus.* 480 p. Organisation Européenne de Coopération Économique, Paris, 1957.

Ce deuxième rapport du Comité ministériel de l'Agriculture et de l'Alimentation est consacré aux principales caractéristiques des politiques des différents pays en matière de prix et de revenus agricoles et aux propositions concernant leur coordination. Des annexes donnent des indications générales sur l'importance des interventions dans la commercialisation des produits agricoles sur les marchés intérieurs.

D. BALSDON. — *Oxford life* (La vie à Oxford). 280 p., 18 photos hors texte. Eyre and Spottiswoode, London, 1957. Prix : 25 s.

Vie à l'Université d'Oxford depuis l'ouverture de l'année académique jusqu'aux grandes vacances.

L. HOGBEN. — *Statistical theory* (Théorie de la Statistique). 510 p. George Allen and Unwin, London, 1957. Prix : 45 s.

L'ouvrage porte en sous-titre : Les relations entre la probabilité, la crédibilité et l'erreur. Dans le style brillant qu'on lui connaît, Lancelot HOGBEN procède à l'examen de la théorie statistique contemporaine envisagée du point de vue d'un savant qui « utilise » les formules statistiques. Il souligne le rôle joué par les grands fondateurs de la statistique et il expose les lois mathématiques sur lesquelles se fondent les calculs de l'erreur, des agrégats et des jugements.

J. C. SANDFORD. — *The domestic rabbit* (Le lapin domestique). 258 p., 72 fig. Crosby Lockwood and Son, London, 1957. Prix : 20 s.

La cuniculture mise à la portée de tous par un expert en la matière : les races de lapins, le clapier, la nourriture, la reproduction, la génétique et l'amélioration, les maladies, le marché, etc.

C. CULPIN. — *Farm machinery* (Le machinisme agricole). 5e édition. 668 p., 373 fig. Crosby Lockwood and Son, London, 1957. Prix : 35 s.

Il s'agit de la 5e édition revue, considérablement augmentée et mise à jour d'un ouvrage dont l'éloge n'est plus à faire. Claude CULPIN expose tout ce qu'il faut connaître sur la construction, l'achat, l'emploi, l'entretien et les réparations des machines et des tracteurs qui interviennent en agriculture et en horticulture.

F. T. BOWMAN. — *Citrus-growing in Australia* (La culture des Citrus en Australie). 311 p., 104 fig. Angus and Robertson, Sydney and London, 1956. Prix : 63 s.

La présente monographie traite de l'histoire de l'industrie des *Citrus* en Australie, des espèces, variétés et hybrides, du choix des porte-greffes, de la multiplication des jeunes sujet en pépinière, des pratiques culturales, de la récolte et du marché des fruits, etc. Un appendice livre la clef des genres et des espèces de *Citrus*. La bibliographie comprend des références générales et des références spéciales groupées par chapitres.

A. R. CALLAGHAN and A. J. MILLINGTON. — *The wheat industry in Australia* (L'industrie du froment en Australie). 486 p., 287 fig., 1 carte. Angus and Robertson, Sydney and London, 1956. Prix : 63 s.

Les auteurs retracent l'histoire de l'implantation de la culture du froment en Australie. Ils discutent les principaux types de sols où elle est établie ainsi que les divers systèmes pratiqués. Ils exposent les problèmes que posent les chutes de rendement parfois constatées, le stockage d'énormes quantités de blé et leur transport subséquent à de longues distances, la mécanisation du semis et de la récolte de froment. Ils soulignent les implications économiques, sociales et politiques de l'industrie du blé en Australie.

DIVERS AUTEURS. — *Proceedings 1957 of the British Society of Animal Production* (Comptes rendus 1957 de la Société Britannique pour la Production Animale). 96 p., ill. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1957. Prix : 15 s.

Les éditeurs I. L. MASON et G. WIENER ont rassemblé dans cet opuscule les communications qui ont été faites en 1957 au cours des séances de la « British Society of Animal Production ». Signalons, entre autres : *Les œstrogènes dans la production de la viande d'agneau et de mouton,* par T. R. PRESTON et Isoline GEE ; *L'hérédité des caractéristiques de la carcasse chez les porcs à bacon,* par J. W. KING ; *Comparaison entre le lait entier et les succédanés du lait dans la production de la viande de veau,* par J. ELLIOT.

S. A. PEARCE. — *Climbing and trailing plants* (Plantes grimpantes et rampantes). 142 p., 14 dessins, 29 photos hors texte. W. H. and L. Collingridge, London, 1957. Prix : 25s.

S. A. PEARCE décrit les plantes grimpantes et rampantes susceptibles de décorer les jardins et les murailles, donne les instructions qui assurent le succès de leur culture et dresse une liste des plantes destinées à occuper des situations particulières, exposées au nord par exemple.

J. F. CH. DIX. — *Bulb growing for everyone* (La culture des plantes bulbeuses à la portée de tous). Traduit du néerlandais par le Dr. E. VAN DER VEN-TEN BENSEL. 147 p., 18 ill., 24 planches en couleurs hors texte par J. F. VAN DER BROECKE. Blandford Press, London, 1957. Prix : 18 s. 6 d.

La tulipomanie aux Pays-Bas. Le développement de la culture de la jacinthe, du narcisse et du glaïeul. La culture des plantes bulbeuses à l'intérieur et à l'extérieur.

C. G. BUTLER. — *Beekeeping* (Apiculture). 9e édition. 27 p. Ministry of Agriculture, Bulletin n° 9. Her Majesty's Stationery Office, London, 1957. Prix : 2 s.

Détails théoriques et pratiques sur l'élevage des abeilles. Index bibliographique à l'intention de ceux qui désireraient un complément d'informations.

G. GRIGSON. — *The Shell guide to flowers of the countryside* (Le guide Shell des fleurs de la campagne). 6e impression. 48 p., 12 pl. en couleurs. Phoenix House, London, 1957. Prix : 7 s.

Le lecteur sera séduit par le charme et la variété des peintures que Edith et Rowland HILDER ont consacrées aux fleurs caractéristiques des douze mois de l'année. Le texte de Geoffrey GRIGSON les commente intelligemment.

B. MASSINGHAM. — *Flower arrangement* (L'arrangement des fleurs). 166 p., 42 fig., 64 pl. hors texte. Penguin Handbooks n° 29. Penguin Books, Harmondsworth, 1957. Prix : 6 s.

Pour confectionner ses bouquets et arranger ses corbeilles et ses potées, l'horticulteur doit tenir compte de la couleur et de la forme des fleurs ainsi que de l'aspect du feuillage. Un chapitre est consacré aux vases destinés à recevoir les fleurs. Les circonstances sont rappelées où il est fait appel aux fleurs. Des photographies très suggestives montrent l'effet ravissant que provoquent au sein des appartements ces créatrices d'ambiance.

R. DUMONT. — *Types of rural economy. Studies in world agriculture* (Économie agricole dans le monde). Traduit du français en anglais par Douglas MAGNIN. 556 p., 27 cartes et diagrammes. Methuen, London, 1957. Prix : 45 s.

Il s'agit de la traduction du livre « Économie agricole dans le monde » que

l'agronome français René Dumont fit paraître à la Librairie Dalloz, à Paris, en 1954. A la lumière des enquêtes personnelles auxquelles il s'est livré, l'auteur décrit divers types d'agriculture et de civilisation rurale choisis dans les régions les plus variées du monde. Les problèmes de l'organisation interne de chaque ferme sont envisagés ainsi que ceux que posent l'orientation actuelle de l'agriculture, le maintien de la fertilité du sol, la prévention de la surpopulation agricole, les conditions institutionnelles et politiques du progrès agricole, l'expansion de la production en vue de la satisfaction des besoins accrus.

Institut National de Statistique. — *La statistique agricole. Année 1956.* 109 p. Ministère des Affaires économiques, Bruxelles, 1957.

La présentation du Rapport 1956 sur la statistique agricole est identique à celle de l'an dernier. Les grandes subdivisions du travail sont : Climatologie ; Recensements agricoles ; Production agricole ; Animaux abattus pour la consommation ; État sanitaire du cheptel ; Activité de l'industrie laitière ; Pêche maritime.

I. F. and W. D. Henderson. — *A dictionary of scientific terms* (Dictionnaire des termes scientifiques). 6e édition revue et augmentée par J. H. Kenneth. 532 p. Oliver and Boyd, Edinburgh and London. Prix : 32 s.

Prononciation, origine et définition de quelque 14.000 termes de biologie, de botanique, de zoologie, d'anatomie, de cytologie, de génétique, d'embryologie et de physiologie.

W. H. Chandler. — *Deciduous orchards* (Vergers d'essences à feuilles caduques). 3e édition. 492 p., 128 ill. Henry Kimpton, London, 1957. Prix : 56 s.

Dans cette nouvelle édition soigneusement revue, l'auteur consigne les découvertes les plus récentes faites en matière de pomologie. Il traite des fleurs et des fruits des arbres des vergers, des facteurs édaphiques et climatiques qui conditionnent la réussite des récoltes, de la culture et de la conduite des arbres fruitiers, des diverses espèces fruitières. La bibliographie est très abondante : 527 titres.

W. E Dick. — *Atomic energy in agriculture* (L'énergie atomique en agriculture). 150 p., 15 fig., 16 pl. hors texte. Butterworths Scientific Publications, London, 1957. Prix : 18 s.

A l'avenir, l'énergie atomique est appelée à aider grandement l'agriculture et la sylviculture, et les isotopes radio-actifs interviendront de plus en plus dans les recherches qui seront entreprises dans ces domaines. L'énergie atomique permet la création de nouvelles variétés végétales, élucide les phénomènes de la physiologie végétale et animale, guérit et contrôle les maladies, concourt à la conservation des denrées alimentaires et des produits pharmaceutiques.

Divers auteurs. — *The growth of leaves* (La pousse des feuilles). 223 p., ill. Butterworths Scientific Publications, London, 1956. Prix : 40 s.

Sous ce titre, le professeur F. L. Milthorpe a rassemblé les communications qui ont été présentées, en 1956, à la troisième « Easter School in Agricultural Science » de l'Université de Nottingham. Les travaux s'inspiraient des quatre thèmes suivants : les aspects généraux de la croissance et de la différenciation, l'initiation des primordia foliaires, le développement de la feuille, l'influence des facteurs externes sur la croissance de la feuille.

G. Schomberg. — *British zoos* (Les jardins zoologiques de la Grande-Bretagne). 194 p., 64 ill. hors texte. Allan Wingate, London, 1957. Prix : 21 s.

Le Royaume-Uni compte 22 jardins zoologiques. L'auteur en fait l'historique. Il décrit comment les bêtes qui les peuplent ont été capturées et comment elles se comportent en captivité. Des illustrations splendides reproduisent les plus beaux ou les plus curieux spécimens.

J. Thirsk. — *English peasant farming* (L'agriculture paysanne en Angleterre). 350 p., 4 pl. hors texte, 8 cartes. Routledge and Kegan Paul, London, 1957. Prix : 40 s.

Basée sur l'histoire du Lincolnshire, la présente étude décrit l'évolution de l'agriculture paysanne et de la vie rurale en Angleterre depuis l'époque des Tudor jusqu'aux temps récents. Elle donne des renseignements intéressants sur les classes rurales, sur les dimensions des terroirs, sur l'étendue des villages, sur les fluctuations de la population, sur les enclosures et sur la « révolution » agricole.

M. Redlich. — *Everyday England* (L'Angleterre quotidienne). 187 p., 8 pl. hors texte, 1 carte. Gerald Duckworth, London, 1957. Prix : 16 s.

Bien que vivant actuellement au Danemark, Monica Redlich n'a pas oublié ni le Lincolnshire où elle est née, ni Londres, ni les Midlands où elle a passé sa jeunesse. Dans le présent livre, fervent à souhait, elle retrace les aspects quotidiens de la vie en Angleterre, tels qu'ils ressortent de l'étude du paysage, des villes, des campagnes, du peuple, de la religion, de l'éducation, des sports, etc.

Sir E. John Russell. — *The world of the soil* (Le monde du sol). 237 p., 11 fig., 4 photos en couleurs, 24 pl. hors texte. The New Naturalist, n° 35. Collins, London, 1957. Prix : 25 s.

Nul mieux que Sir John Russell, qui durant trente ans fut directeur de la Station expérimentale de Rothamsted, n'aurait pu évoquer le monde fascinant du sol. Le présent livre se fait l'écho des découvertes les plus récentes que les pédologues, les géologues, les chimistes, les physiciens et les biologues ont faites dans le domaine du sol. Sir Russell explique la formation du sol, son amendement et les relations qui le lient au paysage. Il décrit le monde prodigieux des organismes vivant dans ce milieu complexe. Il indique l'action que l'homme exerce sur le sol et ce qu'il peut en retirer.

R. L. Carson. — *The sea around us* (Cette mer qui nous entoure). 224 p., ill. de Katherine L. Howe. Pelican Book A 375. Penguin Books, Harmondsworth, 1956. Prix : 3 s. 6 d.

C'est une bien passionnante histoire de la mer que nous conte aujourd'hui Rachel Carson à qui nous devons déjà une pénétrante étude du rivage marin, *The edge of the sea*. Elle montre comment les océans sont nés et comment la vie, terrestre émergea de la mer. Elle décrit le monde grouillant qu'abritent les eaux marines.

A. Sharp. — *Ancient voyagers in the Pacific* (Les anciens voyageurs dans le Pacifique). 240 p., 12 pl. hors texte, 3 cartes. Pelican Book A 404. Penguin Books, Harmondsworth, 1957. Prix : 3 s. 6 d.

Évocation des grands voyageurs qui explorèrent les îles du Pacifique : Cook, Anderson, Antoine de Bougainville, etc. Indications sur la navigation primitive, sur les coutumes des Polynésiens, sur les premiers hommes de la Nouvelle-Zélande.

I. N. É. A. C. — *Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1956.* 181 p. Communication n° 15 du Bureau Climatologique, Bruxelles, 1957.

L'essentiel de la première partie de la présente communication est constitué de tableaux où sont consignées les caractéristiques des divers éléments climatiques ayant influencé le climat du Congo belge et du Ruanda-Urundi au cours de l'année 1956. La deuxième partie expose les anomalies pluviométriques au Congo en 1956 et reproduit des cartes des zones à pluviosité mensuelle excédentaire, normale et déficitaire.

New Biology, nº 24. 128 p., fig., 8 pl. hors texte. Penguin Books, Harmondsworth, October, 1957. Prix : 2 s. 6 d.

Au sommaire de cet intéressant périodique : *Animaux méconnus. Les Foraminifères,* par H. Sandon ; *Influence des inondations de 1953 sur l'agriculture de l'Est de l'Angleterre,* par H. G. Chippindale ; *L'hémoglobine des Crustacés,* par H. Munro Fox ; *La cartographie de la distribution des plantes,* par S. M. Walters ; *La science et la production des denrées alimentaires. La F. A. O.,* par G. L. Kesteven, etc.

M. Digby and S. Gorst. — *Agricultural co-operation in the United Kingdom* (La coopération agricole en Grande-Bretagne). Basil Blackwell, Oxford, 1957. Prix : 15 s.

La première édition de ce livre parut en 1949. Depuis cette date, la coopération agricole a fait, au Royaume-Uni, des progrès énormes. C'est ce que montrent à suffisance les chapitres de la présente édition consacrés à la nécessité de la coopération, aux objectifs et à l'organisation des sociétés coopératives agricoles, à leur financement, à la coordination de leurs service, à leur avenir.

The English countryside in colour (La campagne anglaise en couleurs). 112 p., 40 planches hors texte en couleurs. B. T. Batsford, London, 1957. Prix : 16 s.

Dans cet album d'une beauté exceptionnelle, les nuances des divers paysages de la campagne anglaise sont rendues excellemment par la photographie et par le texte. Les reproductions en couleurs sont dues au talent et au sens esthétique de J. Allan Cash et A. F. Kersting. L'avant-propos et les commentaires des photographies ont été rédigés par G. W. Stonier.

J. E. Nichols. — *Livestock improvement* (Amélioration des animaux de la ferme). 4e édition. 240 p., 21 ill. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1957. Prix : 16 s.

Cette quatrième édition du traité de J. E. Nichols se fait l'écho des recherches les plus récentes relatives aux aspects écologiques, génétiques et physiologiques de l'amélioration du cheptel animal. Des chapitres particulièrement bien venus sont consacrés à l'hérédité du sexe, à l'hétérosis (vigueur des hybrides), au « progeny » test, à l'appropriation du type animal au milieu naturel.

C. Krypton. — *The Northern sea route and the economy of the Soviet North* (La route maritime du Nord et l'économie du Nord soviétique). 219 p., 1 carte. Methuen, London, 1956. Prix : 21 s.

Grâce à l'ouverture de la route maritime du Nord, les régions arctiques sont actuellement des sources accessibles de matériaux bruts et semi-finis et des terres d'expériences pour les recherches scientifiques. L'auteur suppute la valeur commerciale de la route du Nord pour la Russie soviétique en s'appuyant sur une étude détaillée de l'économie des républiques du Nord. L'ouvrage se termine par une bibliographie copieuse où sont mentionnées de nombreuses références de la littérature russe, peu connues jusqu'ici des lecteurs occidentaux.

R. Lawrence and R. Turnor. — *Southern England: Surrey-Sussex.* 271 p., 22 dessins, 51 photos hors texte. Elek Books, London, 1957. Prix : 21 s.

Il s'agit d'excellentes monographies du Surrey et du Sussex, agrémentées de splendides photographies et de dessins à la plume d'une finesse remarquable dus au talent de Dorrit Dekk et Michael Rothenstein. Ceux qui auraient séjourné dans ces deux comtés de l'Angleterre du Sud raviveront leurs souvenirs en feuilletant le présent album. Les autres, qui en ignorent encore les charmes, seront tentés de les connaître au plus tôt.

Divers auteurs. — *Aspects et réalités de l'Algérie agricole.* 148 p., 55 ill., 4 cartes. Association des Anciens Élèves de l'Institut Agricole d'Algérie, Alger, 1957.

La présente plaquette montre comment l'Algérie s'est transformée de façon étonnante grâce aux sacrifices et au travail de quelques poignées de pionniers français aidés dans cette tâche par la population autochtone. Des exposés généraux ont trait aux productions animales, à l'amélioration des plantes de grande culture, à la conservation des sols, au crédit agricole mutuel, à la mutualité sociale agricole, à la réforme agraire en Algérie. Suivent des témoignages, des récits, des anecdotes sur l'Oranie, l'Algérois, la Kabylie, le Constantinois et le Sud.

R. A. Platt (éditeur). — *Finland and its geography* (Géographie de la Finlande). XXVI-510 p., 117 cartes et diagrammes, 122 ill. hors texte. Methuen, London, 1957. Prix : 60 s.

Située aux confins du monde occidental et de la Russie soviétique, la Finlande est un pays fascinant. La présente monographie, conçue par la Société américaine de Géographie, donne les détails les plus circonstanciés sur son histoire, sur sa structure sociale et sa population, sur son agriculture, sur ses industries forestières, manufacturières et minières, sur les produits de ses pêches, sur le mouvement coopératif, sur les transports et les communications, sur son commerce, sur son climat, sur sa végétation naturelle, sur ses régions géographiques, sur sa géologie et sur la nomenclature de ses communes.

Divers auteurs. — *The biological action of growth substances* (L'action biologique des substances de croissance). 344 p., nombreuses illustrations et planches hors texte. Symposia of the Society for Experimental Biology, n° XI. Cambridge: At the University Press, 1957. Prix : 55 s.

Le 11e symposium que la Société de Biologie expérimentale a organisé à Aberystwyth (Pays de Galles), en septembre 1956, fut consacré à l'action biologique des substances de croissance. Ce sont les communications présentées à ces journées d'études qui sont rassemblées ici. Obligé de nous limiter, citons seulement les travaux suivants : *L'action physiologique et l'importance biologique des inhibiteurs de la germination*, par M. Evenari ; *Aspects hormonaux du développement des fruits chez les plantes supérieures*, par L. C. Luckwill ; *Les implications bioélectriques dans les tropismes des végétaux*, par A. R. Shrank ; *Hormones et sexualité chez les plantes inférieures*, par J. R. Raper et *Les antibiotiques et la croissance des animaux*, par J. W. Porter.

J. G. Links. — *The book of fur* (Le livre de la fourrure). 185 p., 16 planches hors texte dont une en couleurs. J. Barrie, London, 1956. Prix : 25 s.

Les livres sur les fourrures accessibles aux amateurs sont rares. Aussi, devons-nous savoir gré à G. Links d'avoir rédigé le présent ouvrage sur les usages, les

qualités et le commerce de la fourrure à ses divers stades. L'auteur expose aussi le vocabulaire de cette industrie et étudie les diverses fourrures suivant les animaux qui en ont été dépouillés.

D. S. CARDWELL. — *The organisation of science in England* (L'organisation de la science en Angleterre). IX-204 p. W. Heinemann, London, 1957. Prix : 18 s.

L'auteur retrace l'évolution des sciences appliquées et de l'enseignement technique et scientifique en Angleterre depuis le début du XIXe siècle jusqu'à la fin de la première guerre mondiale. Il met dans leur vraie lumière les hommes de sciences qui œuvrèrent en pionniers. Il souligne le rôle des universités. Il indique les réformes qui ont permis de passer du stade de l'empirisme et de l'amateurisme à celui de l'observation, de l'expérience et du professionnalisme.

W. J. ROFF. — *Fibres, plastics and rubbers* (Fibres, matières plastiques et caoutchouc). 400 p. Butterworths Scientific Publications, London, 1956. Prix : 63 s.

Le présent livre de W. ROFF, fortement documenté, apporte une aide précieuse aux chimistes et aux techniciens qui s'occupent des fibres, des matières plastiques et des produits à base de caoutchouc. Les industriels y puiseront les données les plus actuelles sur les propriétés physiques et chimiques des hauts polymères, naturels et synthétiques. Un bref historique de la connaissance des polymères termine l'ouvrage.

DIVERS AUTEURS. — *Le remembrement rural par des méthodes économiques et simplifiées.* 130 p. Projet n° 199 de l'Agence Européenne de Productivité. O. E. C. E., Paris, 1957. Prix : 400 fr. fr.

A l'invitation de l'Agence Européenne de Productivité et sur la recommandation du Comité de l'Agriculture de l'O. E. C. E., le ministère fédéral allemand de l'Alimentation et de l'Agriculture a organisé à Wiesbaden, du 27 juin au 8 juillet 1955, une session d'étude sur les méthodes économiques et simplifiées ayant trait au remembrement rural. Le présent compte rendu contient les rapports techniques qui ont été présentés à cette occasion , le résumé des conclusions, les recommandations ainsi que des exemples pratiques du travail de remembrement entrepris en Allemagne occidentale. Le rapport de notre confrère KYPRIADIS sur la nouvelle méthode de remembrement appliquée en Grèce a été très remarqué.

A. D. IMMS. — *A general textbook of Entomology* (Manuel général d'Entomologie). 9e édition. 886 p., 609 fig. Methuen, London, 1957. Prix : 75 s.

Entièrement revisée et mise à jour par O. W. RICHARDS et R. G. DAVIES, cette 9e édition du traité très prisé de A. D. IMMS se présente comme un des manuels d'entomologie les plus complets qu'il m'ait été donné de consulter. Les insectes ont été divisés en deux groupes (les *Apterygota* et les *Pterigota*), comprenant 29 ordres. La classification a été profondément remaniée à la lumière des acquisitions les plus récentes de la taxonomie.

L. HOGBEN. — *Science for the citizen* (Le bagage scientifique de tout citoyen). 4e édition. 1162 p., 498 fig. Allen and Unwin, London, 1956. Prix : 35 s.

Les découvertes de la science ont une incidence profonde sur la vie quotidienne de chacun. L'homme moderne désireux de faire figure honorable dans son époque trouvera ici le bagage scientifique indispensable. La présente encyclopédie rassemble des notions de physique, de chimie, d'astronomie, de biologie, de génétique, de géologie et d'agriculture. Un nouveau chapitre sur l'énergie atomique a été

ajouté à la présente édition. J. F. HORRABIN a mis tout son talent au service de l'illustration de cette œuvre de haute vulgarisation.

G. SCHMITZ et P. CRISINEL. — *La lutte contre Stephanoderes hampei FERR.* 156 p., 1 fig. Publications INÉAC. Série scientifique n° 70, Bruxelles, 1957.

Stephanoderes hampei FERR. est un des parasites des caféiers cultivés dans les Uele dont l'incidence économique est des plus graves. Après avoir montré les dégâts dus à l'insecte, les auteurs en étudient le cycle saisonnier, le cycle vital et les ennemis naturels. Ils exposent le « shedding » du caféier en Uele, préconisent les moyens de lutte contre le scolyte et décrivent la technique des traitements dont ils supputent la rentabilité.

Picture book of Britain in colour (Images en couleurs de la Grande-Bretagne). 53 ill. en couleurs, 1 carte. Country Life, London, 1957. Prix : 25 s.

Du présent album, d'une fraîcheur remarquable, se dégage une poésie prenante. On admirera, sans pouvoir décider quelle est la plus séduisante, les 53 planches en couleurs qu'accompagnent de brefs commentaires historiques.

Tuinbouwgids 1958 (Guide horticole 1958). 752 p., nombreuses illustrations et planches en couleurs. Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, Directie van de Landbouw, Afdeling Tuinbouw, Den Haag, 1957. Prix : 7 fl.

De plus en plus, la teneur de l'Annuaire horticole néerlandais est de nature à contenter tous les intéressés. Pour 1958, les rédacteurs ont tenu compte des derniers progrès réalisés en matière de technique et de lutte contre les maladies. Après des considérations sur l'organisation du ministère de l'agriculture, tous renseignements utiles sont donnés sur les textes législatifs intéressant l'horticulture, sur la production des légumes, des fruits, des fleurs, des semences, sur la climatologie et sur la pédologie. Des statistiques et un répertoire alphabétique des horticulteurs et des institutions horticoles complètent le présent guide.

R. GEORLETTE.

REVUE DES PÉRIODIQUES BELGES

NEF, L. *État actuel des connaissances sur le rôle des animaux dans la décomposition des litières de forêts.* Agricultura, vol. V, n° 3, p. 245-316, septembre 1957.

L'estimation quantitative et le rôle de chaque groupe d'animaux habitant le sol des forêts sont d'abord examinés. Une hypothèse est ensuite proposée qui tend à élucider l'action de la faune dans la décomposition des débris végétaux : l'humification et la minéralisation seraient accomplies surtout par les microorganismes, mais ce seraient les animaux qui prépareraient le substrat.

LE BARS, H. et SIMONNET, H. *Le rumen, organe régulateur.* Agricultura, vol. V, n° 3, p. 327-360, septembre 1957.

Après avoir commenté brièvement les acquisitions récentes dans le domaine de la physiologie du rumen, les auteurs examinent successivement : le rumen comme organe moteur dans la régulation du transit digestif et l'entretien de la motricité ; la participation du rumen dans la régulation de la production d'acides gras volatils, le rumen comme lieu de résorption, le rôle du rumen en tant que centre d'échanges.

HERBIGNAT, A. et PICCAROLO, G. *La culture des peupliers*. Bull. Soc. roy. forest. Belgique, 64e année, no 8-9, p. 345-415, août-septembre 1957.

L'article est extrait de « Les peupliers dans la production du bois et l'utilisation des terres » (525 p. F. A. O., Rome, 1956). Il traite des technique de multiplication des peupliers par boutures, par drageons et par semis ainsi que de la culture intensive en massif et de la populiculture d'alignement.

SIMON, G. *Un remède au déclin rural : l'organisation d'activités non agricoles. Le magnifique exemple du Valais suisse*. Propriété Terrienne, 11e année, no 118, p. 366-369, octobre 1957.

Le canton suisse du Valais est une région agricole en dépression dont l'équilibre se rétablit grâce à l'instauration d'activités non agricoles. G. SIMON demande aux autorités des régions agricoles belges en déclin, notamment l'arrondissement de Neufchâteau, de s'inspirer de l'exemple du Valais pour étudier les moyens propres à revivifier l'économie desdites régions.

MOTTET, A. et QUOILIN, J. *Variation de la longueur des trachéides et de l'épaisseur de leurs parois chez quelques résineux*. Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 1-2, p. 116-138, 1957.

Dans la présente étude, ont été consignés les résultats des mesures faites sur 83.000 trachéides de quelques résineux. Elle comprend quatre parties : mesures de longueurs de trachéides portant sur des échantillons globaux ; étude de la variation des longueurs de trachéides avec l'âge et le diamètre des rondins ; étude de la variation des longueurs de trachéides au sein de deux tiges complètes de pin noir d'Autriche et de mélèze du Japon ; étude de la variation de l'épaisseur des parois, du diamètre extérieur et du diamètre du lumen des trachéides sur coupes microscopiques.

NISEN, A. *Économie de combustible et constructions horticoles*. Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 1-2, p. 139-178, 1957.

Les principaux moyens dont dispose l'horticulteur pour économiser le combustible et réduire les pertes de chaleur dans ses serres sont passés en revue. L'auteur procède au calcul théorique des pertes de chaleur au travers d'une paroi et étudie la conductibilité thermique du verre. Il examine le genre de matériaux à utiliser dans les constructions vitrées.

ROOSEN, P. *La teneur en eau des tiges de peupliers euraméricains en Belgique*. Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 1-2, p. 179-197, 1957.

Une analyse se proposant d'établir si la propension que possèdent certains sujets à se géliver est corrélative de la quantité ou de la répartition de l'eau contenue, de nombreuses déterminations ont été faites de la teneur en eau de tiges de peupliers euraméricains sur pied. Le problème dépasse le cadre particulier de la gélivure et les résultats sont interprétés au point de vue général.

SNEYERS, A. *Variations régionales et influences climatiques dans quelques rendements de la betterave sucrière en Belgique*. Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 1-2, p. 198-211, 1957.

Ce travail éminemment mathématique et statistique étudie successivement les différences régionales et l'influence des conditions météorologiques (corrélation avec le rendement en poids de racines, corrélation avec la richesse saccharine) dans quelques rendements de la betterave sucrière en Hesbaye.

ANTOINE, A. *La réduction des pertes à la conservation des fourrages.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, n°s 1-2, p. 9-37, 1957.

L'ensilage est le moyen le meilleur et le plus économique d'assurer la conservation de fourrages de hautes qualités biologiques. D'essais réalisés en 1956 avec l'herbe, matière première la plus abondante en Belgique, il ressort que la couverture hermétique en plastique réduit fortement les pertes à l'ensilage et que les pertes en principes minéraux et organiques intéressants sont d'autant plus élevées que l'herbe ensilée est riche en eau.

DAGNELIE, P. *Recherches sur la productivité des hêtraies d'Ardenne en relation avec les types phytosociologiques et les facteurs écologiques. Troisième partie. Interprétation des résultats.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, n°s 1-2, p. 44-94, 1957.

P. DAGNELIE consacre la dernière partie de son travail à l'analyse statistique et à l'interprétation des résultats dendrométriques obtenus dans quatre-vingts places d'essai de hêtraies d'Ardenne, en relation avec des observations écologiques, phytosociologiques et sylvicoles. Il tire les conclusions générales de son étude.

MOËS, A. *L'action de la cystéamine chez l'orge.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXII, n°s 1-2, p. 98-107, 1957.

Chez l'orge, la cystéamine supprime partiellement la dormance, retarde la croissance des plantules ou diminue le taux de germination, protège les grains contre l'action toxique des rayons X quand elle est présente avant l'irradiation, augmente le taux de mutation quand elle est appliquée avant ou après l'irradiation.

MOËS, A. *Mutants progressifs chez l'orge.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, n°s 1-2, p. 108-115, 1957.

Des observations ont été faites sur 35 mutants induits au moyen de rayons X dans la variété d'orge de printemps *Piroline.* Elles ont porté sur les caractères suivants : coloration des plantes après le tallage, résistance à la verse, hauteur de la paille, date d'épiaison, date de maturité, densité de l'épi, tallage, grosseur du grain, nombre de grains par épi. La mutation peut modifier ces caractères à des degrés divers et certains mutants sont progressifs pour un ou plusieurs des caractères considérés.

TRZCINSKI, T. et DE MUNTER, P. *Étude de l'influence de la fumure sur la composition chimique et certains caractères physiques des feuilles du pommier.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, n°s 1-2, p. 212-252, 1957.

Le phosphore de la fumure s'accumule dans les feuilles du pommier et agit sur la potasse et le calcium. Les apports d'engrais n'influent si sur les dimensions des feuilles ni sur celles des rameaux. Par contre, une corrélation existe entre la teneur en certains éléments des feuilles et les dimensions de celles-ci. L'interdépendance des éléments minéraux observés dans les feuilles est le point essentiel. Les auteurs résument les dépendances significatives.

BROUWERS, L. *Mesure de l'activité protéolytique et ammonifiante du sol.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, n°s 1-2, p. 38-43, 1957.

Les résultats que relate l'auteur illustrent les possibilités qu'offrent les méthodes qu'il préconise pour l'appréciation de la richesse d'un sol en germes protéolytiques et ammonificateurs.

Derenne, P. *Signification du test au chlorure de 2, 3, 5-triphényltétrazolium appliqué aux céréales en période de gel intense. Déductions sur la résistance variétale au froid.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 1-2, p. 95-97, 1957.

L'auteur dégage la signification du test au chlorure de 2, 3, 5-triphényltétrazolium appliqué à des plantules de céréales prélevées au champ en pleine période de gel.

Marchal, J.-P. *Contribution à l'étude d'une meilleure nutrition de la levure.* Fermentatio, no 5, p. 203-213, 1957.

Les levures ont besoin de sources d'azote pour se reproduire, mais elles se comportent différemment vis-à-vis de ces sources. Dans le présent travail, l'auteur recherche l'influence de trois produits nutritifs sur la levure : le tryptophane, acide aminé essentiel, le mésoinositol ou bios I et la tyrosine, acide aminé.

Dermine, E. *La coloration des fruits.* Le Fruit Belge, 25e année, no 195, p. 161-166, novembre 1957.

E. Dermine envisage successivement la nature du phénomène de coloration des fruits, les facteurs agissant sur la formation des pigments rouges et les techniques mises en œuvre pour accentuer la couleur des fruits.

R. Georlette.

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*